

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ В.А. Попов

« ____ » _____ 20 ____

р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціалізації Системи забезпечення споживачів електричною енергією

на тему: «Управління електроспоживанням з використанням розширеної
системи моніторингу із застосуванням сучасних засобів комерційного обліку»

Виконав: студент 2- го курсу, групи ОЕ-91мп

Галушко Григорій Олександрович _____
(прізвище, ім'я по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Замулко А.І. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра електропостачання
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Системи забезпечення споживачів електричною енергією»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Володимир ПОПОВ

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Галушко Григорій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _« Управління електроспоживанням з використанням розширеної системи моніторингу із застосуванням сучасних засобів комерційного обліку »
науковий керівник дисертації

к.т.н.,доц.Замулко Анатолій Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. №3199-
с

2. Строк подання студентом дисертації 14 грудня 2020 року

3. Об'єкт дослідження: системи моніторингу електричної енергії

4. Предмет дослідження: сучасні засоби обліку електричної енергії.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: дослідження існуючих систем обліку, аналіз виробників систем обліку, дослідження відомих методів математичного обчислення прогнозування споживання електричної енергії, розробка стартап проєкту.

6.Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація – наочні матеріали за результатами дослідження (алгоритми розрахунків та діаграми).

7.Орієнтовний перелік публікацій

1) «Особливості формування системи обліку для активного споживача на ринку електричної енергії» ». Збірник матеріалів XII науково-технічної конференції ІЕЕ «Енергетика. Екологія. Людина», м. Київ, 7-8 травня 2020 р.;

2) «Аналіз сучасних систем обліку електричної енергії комунально-побутових споживачів» III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів), м.Київ, 26-27 листопада 2020 р

8.Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9.Дата видачі завдання 31 травня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Огляд теоретичного матеріалу за темою магістерської дисертації	01.09.19 14.02.20	
2	Огляд сучасних засобів моніторингу управління електроспоживанням	15.03.20 04.05.20	
3	Огляд математичних і статистичних методів та законів для управління електроспоживанням	20.04.20 04.05.20	
4	Вирішення практичних задач щодо формування smart-систем комунально-побутового споживача	01.09.20 24.09.20	
5	Розробка стартап проекту	22.10.20 10.11.20	
6.	Оформлення дисертації	24.11.20 30.11.20	
7.	Перевірка на плагіат	24.11.20 30.11.20	
8.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	30.10.20- 10.12.20	
9.	Передзахист МД	10.12.20- 14.12.20	
10.	Захист дисертації	17.12.20- 22.12.20	

Студент Галушко Г.О.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації Замулко А.І. _____
(підпис)

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» на тему «Управління електроспоживанням з використанням розширеної системи моніторингу із застосуванням сучасних засобів комерційного обліку» містить: 95 с., 25 рис., 15 таб., 27 додатків.

Актуальність теми. Споживання електричної енергії населенням займає більше 30 % від загального електроспоживання та в останні десять років воно тільки збільшується, тому ця категорія споживачів здійснює відчутний вплив на криву електронавантаження. Проблемним питанням є поганий облік електричної енергії, застарілі мережі, добовий графік електричного навантаження, його піки, провали. Оскільки в Україні вступив Закон «про ринок електричної енергії» споживачам потрібно задуматися та почати економити свої кошти.

Мета дослідження. Вдосконалення та раціональне використання систем обліку, для підвищення енергоефективності систем обліку комунально-побутового споживача.

Завдання дослідження. Аналіз сучасних систем обліку комунально-побутового споживача, розгляд концепції управління попитом, аналіз впливу зміни поведінки електроспоживачів на криву електроспоживання, розробка та впровадження АСКОЕ на об'єкті.

Об'єкт дослідження. Системи автоматичного обліку комунально-побутового споживача.

Предмет дослідження. Smart-лічильник, система АСКОЕ.

Методи дослідження. В магістерській дисертації було використано наступні методи: системний підхід до моніторингу управління електроспоживанням, сценарний аналіз щодо управління моніторингом електроспоживання, методи прогнозування в управлінні моніторингу електроспоживання, SWOT-аналіз в управлінні моніторингу

електроспоживання, рівномірний закон розподілу при вимірюванні електроспоживання, статистичні методи застосовані при формуванні системи моніторингу електроспоживання, нормальний закон розподілу при вимірюванні електроспоживання

Обґрунтування наукової новизни.

Розроблено стартап пристрою на базі платформи Arduino для опитування електронних лічильників по оптичному порту, з подальшої реєстрації даних, зберігання і передачі їх по RS485, Ethernet, WIFI, Bluetooth, яка може бути використана операторами систем розподілу електроенергії для прогнозування попиту.

Апробація результатів дисертації. Матеріали роботи представлено в двох конференціях на теми:

- 1) «Особливості формування системи обліку для активного споживача на ринку електричної енергії» Збірник матеріалів XII науково-технічної конференції ІЕЕ «Енергетика. Екологія. Людина», м. Київ, 7-8 травня 2020 р.;
- 2) «Аналіз сучасних систем обліку електричної енергії комунально-побутових споживачів» III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів), м. Київ, 26-27 листопада 2020 р..

Ключові слова: ЛІЧИЛЬНИК, SMART-ЛІЧИЛЬНИК, МЕРЕЖА, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ, ОБЛІК, СПОЖИВАЧ, АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, АНАЛІЗ.

ABSTRACT

The master's dissertation of the educational and qualification level "master" on the topic "Management of electricity consumption using an extended monitoring system using modern means of commercial accounting" contains: 95 pp, 25 Fig., 15 Tab, 27 Applications.

Actuality of theme. Consumption of electricity by the population accounts for more than 30% of total electricity consumption and in the last ten years it has only increased, so this category of consumers has a significant impact on the electricity load curve. Problematic issues are poor electricity metering, outdated networks, daily schedule of electrical load, its peaks, failures. Since the Law "On the Electricity Market" has entered Ukraine, consumers need to think and start saving their money.

The aim of the study. Improvement and rational use of metering systems to increase the energy efficiency of metering systems of household consumers.

Objectives of the study. Analysis of modern utility consumer metering systems, consideration of the concept of demand management, analysis of the impact of changes in the behavior of electricity consumers on the power consumption curve, development and implementation of ASKOE at the facility.

Object of study. Systems of automatic accounting of the communal household consumer.

Subject of study. Smart-counter, ASKOE system.

Research methods. The following methods were used in the master's dissertation: systematic approach to power consumption management monitoring, scenario analysis for power consumption monitoring management, forecasting methods in power consumption monitoring management, SWOT-analysis in power consumption monitoring management, uniform distribution law in power consumption measurement, statistical methods power consumption monitoring, normal distribution law when measuring power consumption

Substantiation of scientific novelty: Developed a startup device based on the Arduino platform to survey electronic meters on the optical port, with subsequent data registration, storage and transmission over RS485, Ethernet, WIFI, Bluetooth, which can be used by operators of electricity distribution systems to forecast demand.

Approbation of dissertation results. Materials of the work are presented in two conferences on the following topics:

1) "Peculiarities of the formation of the accounting system for the active consumer in the electricity market" Proceedings of the XII scientific and technical conference IEE "Energy. Ecology. Man ", Kyiv, May 7-8, 2020;

2) "Analysis of modern electricity metering systems for household consumers" III Scientific and Technical Conference of IEE undergraduates (based on the results of dissertation research of undergraduates), Kyiv, November 26-27, 2020.

Keywords: METER, SMART-METER, NETWORK, ENERGY CONSUMPTION, ELECTRICITY, ACCOUNTING, CONSUMER, AUTOMATIC SYSTEM OF COMMERCIAL ELECTRICITY METERING, ANALYSIS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП.....	13
1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО СПОЖИВАЧА	15
1.1 Аналіз комунально-побутового споживача	15
1.2. Історія створення Smart-лічильника	17
1.3 Аналіз виробників лічильників на території України.....	20
1.4 Інвестпрограма України на 2021 рік.....	22
1.5 Структурна схема АСКОЕ	23
1.6 Аналіз АСКОЕ в Україні та закордоном.....	25
1.6.1 АСКОЕ побутових споживачів закордоном	25
1.6.2 АСКОЕ побутових споживачів в Україні	28
1.7 Аналіз автоматизованих систем управління і моніторингу електроенергетики	32
1.8 Стратегії розвитку інтелектуальних електромереж у світових масштабах	35
Висновки за розділом	37
2 ОГЛЯД МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ	38
2.1 Дослідження загальних функцій Smart-лічильників	38
2.2 Загальна методологія моніторингу управління електроспоживанням.....	41

2.2.1 Системний підхід до моніторингу управління електроспоживанням	41
2.2.2 Сценарний аналіз щодо управління моніторингом електроспоживання	42
2.3 Методи прогнозування електроспоживання	44
2.4 SWOT-аналіз в електроспоживання	48
2.5 Статистичні методи застосовані при формуванні системи моніторингу електроспоживання	49
2.6 Рівномірний закон розподілу при вимірюванні електроспоживання	50
2.7 Нормальний закон розподілу при вимірюванні електроспоживання	51
Висновки за розділом	52
3 ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ SMART-СИСТЕМ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО СПОЖИВАЧА	53
3.1 Дослідження систем забезпечення енергетичними ресурсами	53
3.2 Загальна характеристика об'єкта	54
3.3 Характеристика споживачів електричної енергії	55
3.4 Визначення категорії надійності електроспоживачів	56
3.6 Оцінка показів та характеристик за якими має здійснюватися моніторинг в smart-системах	58
3.7 Організація обліку електричної енергії	60
3.8 Аналіз точності збору та передачі даних через PLC-канал	62
3.9 Розрахунок вартості системи АСКОЄ для житлового комплексу «Desna Residence»	65
3.10 Вплив програм реагування попиту на криву попиту електричної енергії	67
Висновки за розділом	71

4 СТАРТАП-ПРОЕКТ	72
4.1 Опис ідеї проекту.....	72
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	73
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	75
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	77
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	78
Висновок до розділу	81
ВИСНОВОК	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	83
Додаток А Стаття «Особливості формування системи обліку для активного споживача на ринку електричної енергії»	86
Додаток Б Стаття «Стан приладів обліку у споживачів ліцензіатів станом на 01.01.2019.....	90

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСКОЕ- автоматизована система обліку електроенергії;

ЛУЗОД-локальне устаткування збору і обробки даних;

ПЗПД-пристрій збору та передачі даних;

ЕЕ-електрична енергія;

ПС-побутовий споживач;

УСПД-пристрої для зберігання та передачі даних;

ЛБСД-локальні блоки збору даних;

ЦД-центральна диспетчерська

ЕЕС- електроенергетична система

АС-автоматизована система

ПО-програмне забезпечення

ВСТУП

Підвищення вартості на енергоресурси останнім часом спровокувало критичну зміну настроїв щодо організації контролю за використанням енергії в промисловості, різних енергоємних галузях, у житловому господарстві. Організаційні принципи, інфраструктура були окреслені безпосередньо на етапі планової економіки сфери обліку енергоресурсів, а їх актуальний стан фактично не зазнав змін.

У глобальній системі контролю за енергоресурсами спостерігаються понаднормативні втрати енергії. Базовий їх склад сформований з таких показників:

- втрати від крадіжок;
- неефективне застосування обладнання;
- низький показник господарності.

Коли державна економіка перейшла на інші умови функціонування, зокрема обравши ринкові правила, особливу увагу привертають завдання щодо об'єктивного, точного обліку електроенергії на всіх рівнях, починаючи від її виробництва, продовжуючи передачею та закінчуючи споживанням.

У промислово розвинених державах з ринковою економікою енергоресурси продемонстровані як і інші товари – фактично об'єкт комерційних відносин, на який розповсюджуються дії актуальних правил фінансового обліку на предмет їх кількості та якості. Різноманітний комерційний облік енергоресурсів представлений як невід'ємний компонент, якому притаманні принципи ринкових економічних відносин, що і зумовлюють технічне забезпечення моніторингу.

Контроль стосується усіх етапів масового виробництва, а окрім того і використання енергоресурсів, проте є принциповий момент – облік комерційного характеру застосовується виключно у ринковій сфері. Він

дисциплінує стосунки між постачальниками й клієнтами (суб'єктами господарювання, фізичними особами).

Внутрішній, або як його ще називають облік енергоресурсів на технічному рівні базується на технологічних процесах виробничих установ суб'єкта ринку енергоресурсів і продовжує залишатися привілеєм виключно підприємств.

У 2000 році (а це майже 20 років назад) було вирішено створити та запустити галузеву програму і концепцію розвитку автоматизованих систем, що застосовуються для обліку, контролю електроенергії в умовах Енергоринку.

. Залучення систем автоматизованого типу для контролю у різноманітних сферах життя і професійної діяльності дозволяє проводити точний, об'єктивний і оперативний контроль за використанням енергоресурсів, збільшуючи точність моніторингу, знижуючи витрати на енергоресурси.

Прогнозування графічних елементів щодо навантаження енергосистеми у певний період є вагомим завданням стратегічного контролю за режимами енергосистем. Використовуючи прогноз навантажень як базовий, визначають кількість і потужність джерел генерації, що працюють в базовому і піковому показниках, склад основного технологічного устаткування, параметри типових режимів. Завдяки прогнозуванню навантажень описують оптимальні режими енергосистеми, вибирають склад устаткування для роботи, розподіляють резерви, реагують на заявки щодо ремонту обладнання і видають відповідний дозвіл на його проведення. Прогнозування електричного навантаження формує базові вихідні дані для прийняття рішень при керуванні електроенергетичними системами в процесі планування їх типових електричних режимів діяльності. Короткострокове і оперативне прогнозування графіків навантаження електроспоживання на сьогодні розглядається як один з найбільш важливих та необхідних напрямків досліджень в електроенергетиці.

1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО СПОЖИВАЧА

1.1 Аналіз комунально-побутового споживача

На даний момент в Україні існує низка проблем в області енергетики. Із запуском ринку електричної енергії, постала проблема точного обліку та моніторингу. Якщо промисловість є більш-менш контрольованою, то комунально-побутовий споживач, який займає 30% ринку електричної енергії (ЕЕ), є взагалі не контрольований. Звідси постає проблема обліку та моніторингу.

Впродовж останніх років, зростання ціни на електроенергію кардинально змінило ставлення до улаштування енергообліку в комунально-побутового споживача. Ще за періоду планової економіки і до сьогодні принципи та інфраструктура сфери обліку енергоносіїв залишились без суттєвих змін. Системи, які існували на ринку до 2000 років, мали надмірні втрати електроенергії. Основні втрати припадали на крадіжки, неефективне використання обладнання і розрахунок проводився через систему тарифів, дотацій, субсидій з рахунку державних установ.

На даний момент для міського та сільського населення по всій Україні налічується 15 687 053 точок обліку однофазних та 1 367 299 трифазних лічильників з них підключених до АСКОВЕ тільки 673 390 та 81 163 відповідно одно та трифазних лічильників див. додаток Б.

На сьогодні, є актуальним підхід автоматизації систем обліку енергетичних параметрів житлово-комунального споживача з використанням сенсорних мереж. Дана система надає розширені функціональні можливості на розподілену реєстрацію енергетичних параметрів, бездротову передачу інформації, віддалений доступ до результатів обліків з поділом прав користувачів, аналітичний апарат.

Автоматизований енергооблік житлово-комунального споживача на основі нових технології дозволить створити інформаційну інфраструктуру збору даних, які забезпечать прозорість споживання енергії, гарантувати централізоване накопичення та обробку енергетичних параметрів включаючи профілі споживання і втрат, сприяти виявленню нераціональних витрат паливно-енергетичних ресурсів, ідентифікації технологічно обґрунтованого рівня енергоспоживача, прогнозувати та нормувати енергоспоживання.

Розглянемо споживання одного комунально-побутового споживача. В табл.1.1 наведено орієнтовний перелік споживачів ЕЕ на одну квартиру.

Таблиця 1.1 – Обсяги споживання електричної енергії певними пристроями

№	Назва пристрою	Потужність,кВт
1	Освітлення	0,2-0,3
2	Чайник	2
3	Електроплита	2
4	Кавоварка	1
5	Мікрохвильова піч	1
6	Праска	2
7	Кухонний комбайн	2
8	Холодильник	1
9	Пилосос	1
10	Телевізор	0,5
11	Комп'ютер	0,5
12	Посудомийна машина	2
13	Пральна машина	2
14	Сушка для одягу	2

Приблизно розподіливши години роботи на добу, отримуємо добовий графік навантаження одного споживача (рис. 1.1).

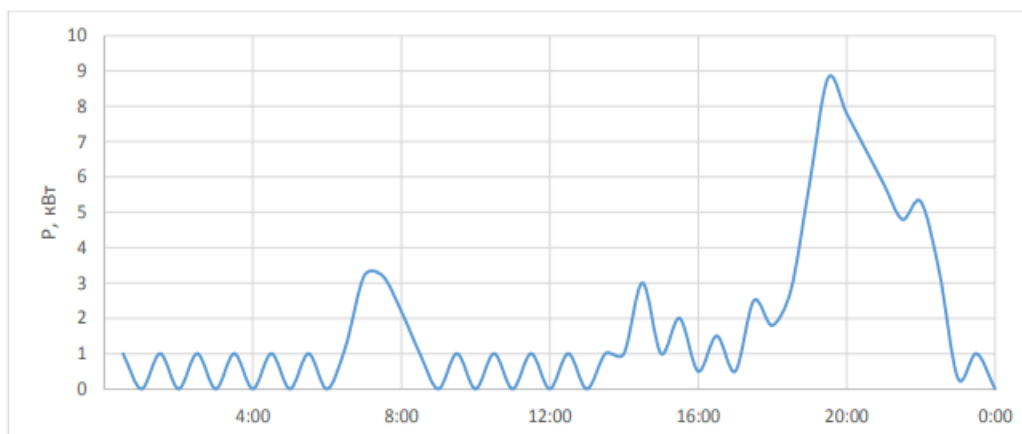


Рисунок 1.1 – Добове споживання ЕЕ однієї квартири

Аналізуючи рис. 1.1, можна сказати, що пікові навантаження спостерігаються зранку та ввечері. Зниження споживання ЕЕ припадає на денні та нічні години.

Для того щоб передати дані та зробити прогноз на добу наперед потрібен сучасний Smart-лічильник.

1.2. Історія створення Smart-лічильника

Лічильник електричної енергії (інша назва – «вимірювач» електроенергії, електролічильник) – це електричний прилад для контролю, засіб обліку енергії, що була спожита, змінним або постійним струмом.

Першим подібним приладом був апарат, що обліковував години роботи лампи, створеної Самюелем Гардінером, винайдений у США. Патент на нього автор отримав у 1872 році. Електролічильник фіксував час, протягом якого електроенергія подавалася в точку надходження, а усі лампи, що були приєднані до цього лічильника, регулювалися одним вимикачем. Як тільки з'явилася та почала набувати популярності електрична лампочка Едісона, стало практикуватися розведення кіл освітлення, і подібний лічильник перестав бути популярним [2].

Наприкінці XIX століття, а саме у 1894 році, Олівер Блекбурн Шелленбергер (1860–1898) винайшов лічильник, що фіксував ВАТ-години,

працюючий за індукційним типом. Прилад створений на замовлення компанії «Вестінгхаус» (Westinghouse). У ньому коток напруги і струму розміщувались на протилежних боках одного диску. Для того щоб уповільнити рух диску, застосовувались два постійних магніти. Габарити приладу були великими і громіздкими, а вага складала 41 фунт. У лічильнику був встановлений барабан, що забезпечував рух [2].

У наступні роки винахідники суттєво покращили його роботу завдяки таким нововведенням:

- зменшили розміри та вагу;
- розширили діапазон навантаження,
- запропонували та адаптували компенсацію зміни коефіцієнту напруги, навантаження, температури, усунули механічне тертя шляхом заміни деталей в основі на місцях фіксації магнітів;
- пролонгували термін безперебійного функціонування за рахунок поліпшення якісних характеристик гальмівних електромагнітів, а також через те, що видалили масло з опори механізму обліку.

Через декілька років науковці розробили трифазні індукційні лічильники. У своїй роботі вони використовували дві або три системи контролю, що були встановлені на одному, двох або трьох дисках.

Принцип дії приладів обліку індукційного типу полягає у взаємодії магнітних полів струмової котушки з вихровими струмами, які ці поля наводять, в алюмінієвому диску.

Вісь приладу поєднана з лічильним механізмом для вимірювання частоти обертання диска. Цей показник пропорційний потужності навантаження, а кількість обертів, у свою чергу, пропорційна кількості електричної енергії, що пройшла через прилад [2].

Проаналізуємо три види лічильників: електронний, індукційний та сучасний Smart-лічильник, описавши переваги та недоліки кожного (табл 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняння різних видів лічильників

Назва	Переваги	Недоліки
Електронний	<ul style="list-style-type: none"> • наявність декількох тарифів (2- і 3-зонний облік); • ведення обліку електроенергії у двох напрямках; • фіксація несанкціонованого доступу в разі розкрадання електроенергії; • зберігання даних з обліку електроенергії; • можливість використання в системах АСКОЕ. 	<ul style="list-style-type: none"> • чутливість до перенапруг, стрибків у мережі та зниження напруги; • у разі несправності зазвичай вимагає складнішого ремонту.
Індукційний	<ul style="list-style-type: none"> • не схильні до впливу стрибків у мережі або зниження напруги; • надійність в експлуатації і тривалий строк служби; • порівняно низька вартість проти електронних. 	<ul style="list-style-type: none"> • розрахунок електроенергії за звичайним (однотарифним) тарифом; • ведення обліку електроенергії тільки в одному напрямку; • практично повна відсутність захисту від розкрадання електроенергії; • не може бути використаний в системах АСКОЕ.
Smart-лічильник	<ul style="list-style-type: none"> • повна автоматизація усього обладнання; • надійність в експлуатації за рахунок розвитку сучасних технологій Internet of Things; • зручність керування; 	<ul style="list-style-type: none"> • значна складність розробки та витрати на неї.

1.3 Аналіз виробників лічильників на території України

На ринку України, більше 10 виробників лічильників, серед них є вітчизняні (рис. 1.2) та іноземні. Найпопулярнішим брендом серед вітчизняних компаній є торгові марки, які випускаються NIK та Teletec.

ТОВ «НІК» – один з найпотужніших виробників вимірювальних приладів та АСКОЕ в Східній Європі. Центральний офіс знаходиться в столиці України – Києві.

Основні сфери, які входять до переліку інтересів компанії «НІК»[3]:

- енергетичний ринок;
- муніципальний простір;
- видобуток вугілля, газу та нафти;
- коксохімічна промисловість та металургія;
- утилізація відходів.

Вже понад п'ятиріччя виробник «НІК» виготовляє Smart-прилади, апарати для обліку енергоресурсів. На сьогодні на власних потужностях: лабораторіях та цехах організації працює більше півтисячі співробітників, серед яких програмісти, розробники, інженери та спеціалісти з великим досвідом та профільною освітою. Компанія отримала міжнародні документи, що підтверджують стандарти якості: ISO 9001: 2008 та ISO 14001: 2004.

Чисельність населення у світі неухильно зростає, що призводить до зменшення числа енергетичних та природних ресурсів, які знаходяться у вільному доступі, відтак стає ще більш актуальним правило посилення контролю за раціональним, розумним споживанням [3].

Системи обліку і контролю енергоресурсів автоматизованого типу – це перевірений, ефективний потужний інструмент, щоб отримати з першоджерела достовірні дані про спожиту енергію об'єктами обліку, провести їх аналіз, виявити, припинити чи попередити крадіжку енергоресурсів, знизити операційні витрати енергокомпаній, щоб отримати актуальну інформацію з облікових апаратів.

Використовуючи можливості Smart-лічильників обліку електроенергії, промислові масштабні контролери, спеціальне обладнання та програмне забезпечення виробництва, виготовляють автоматизовані системи комплексного обліку енергоресурсів, які отримали міжнародну назву NovaSyS Advanced Meter Management – аббревіатура АСКОЕ.

ТОВ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ» зарекомендувало себе на ринку як провідний виробник, продукція якого представлена в більш ніж 100 країнах світу та користується попитом [3].

Серед основного асортименту треба виділити: лічильники електроенергії с функціями керування навантаженням та можливістю фіксування даних у багатьох тарифах, прилади для обміну даними через digital-інтерфейси, що задіяні у складі автоматизованих систем обліку електроенергії

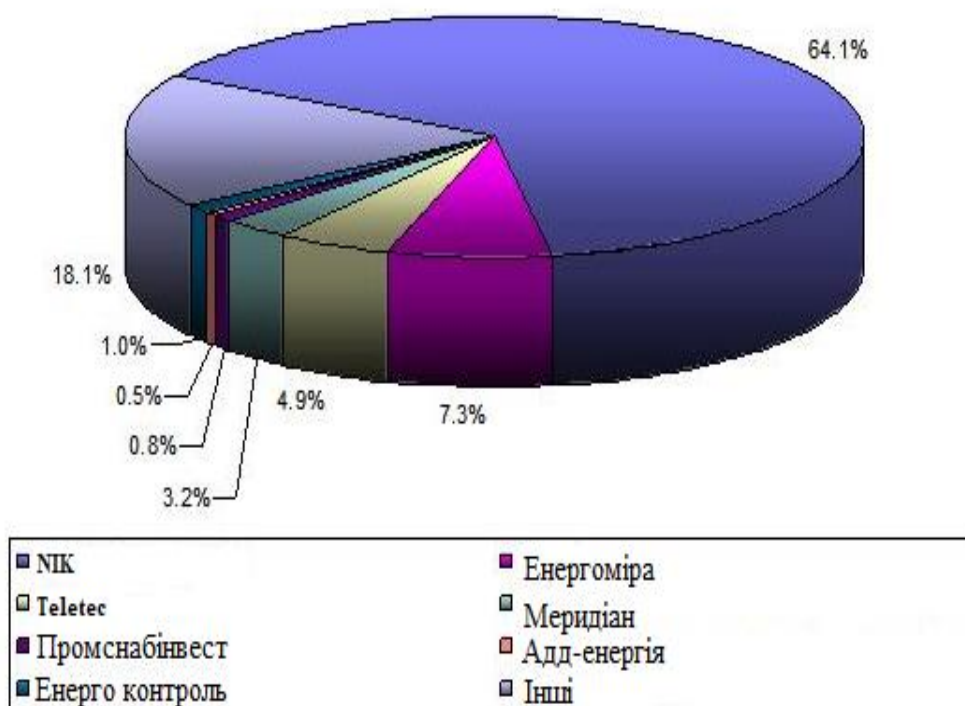


Рисунок 1.2 – Діаграма розподілу лічильників на ринку

1.4 Інвестпрограма України на 2021 рік

На даний момент, найбільш зацікавленими в автоматизованому обліку комунально-побутового споживача є Облэнерго України, оскільки втрати в мережах, невірний прогноз споживання ЕЕ, характеризує їх роботу. Дані закупівлі складових систем обліку наведені в табл.1.3

Таблиця 1.3 – Інвестпрограма України на 2021 рік

Обленерго	1ф	Ціна, без ПДВ	3ф прямого включення	Ціна, без ПДВ	Маршрутизатор	Ціна, без ПДВ
Вінницяобленерго	8 325	2,20	246	4,73	124	27,28
Луганське енергетичне об'єднання	1 333	2,20	81	4,73	43	27,28
Черкасиобленерго	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Харківобленерго						
Тернопільобленерго	4 409	1,50	765	3,70	84	20,50
Чернігівобленерго	12 512	2,00	850	4,30	65	24,80
Полтаваобленерго	24 674	1,84	2095	3,80	165	23,92
Сумиобленерго	8 553	2,20	104	3,63	97	27,28
Миколаївобленерго	300	1,65	500	3,55		
Київобленерго					1250	18,25
Одесаобленерго	89 591	1,38	5595	2,97	250	22,88
Житомиробленерго	59 938	1,65	9544	3,70	300	18,00
Кропивницькийобленерго	36 201	1,65	319	4,80		
Рівнеобленерго	47 838	1,60	11065	3,55	15	20,50
Закарпаттяобленерго	7 340	1,30	4000	2,84		

Продовження таблиці 1.3

Херсонобле нерго	15 000	1,60	560	4,80	15	48,00
Чернівціобл енерго	4 000	1,60	700	3,70		
Хмельницьк -обленерго	4 000	1,60	128	3,70	14	20,80
Донецькобл енерго			130	3,70	154	23,00
Дніпрообле нерго	20 108	1,29	1033	3,20		
Львівоблене рго						
Прикарпатт я-обленерго	36 000	1,38	750	3,30		
Запоріжжя- обленерго	8 680	1,65	512	3,98	11	20,8
Волиньобле нерго	2 198	1,74	1149	4,07		
Укрзалізни ця	691	1,35	14	3,64	11	19,00
Київенерго	34129	2,2	1000	4,20		
Сума	4425 820		41 140		2598	

Дані лічильники та маршрутизатори буде об'єднано в автоматизовану систему комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ).

1.5 Структурна схема АСКОЕ

Вирішення проблем обліку ЕЕ вимагає застосування автматизованих систем обліку, в структурі якої можна виділити чотири рівні (рис.1.3):

- Перший рівень – займають первинні прилади обліку з цифровими або телеметричними виходами, що здійснюють вимір параметрів енергообліку споживачів по точках обліку.
- Другий рівень – пристрої передачі та збору даних, спеціальні вимірювальні та контролюючі системи з вбудованим програмним забезпеченням енергообліку. Дані пристрої здійснюють усереднення добового або місячного збору виміряних даних з ПВП, обробку та передачу даних на вищі рівні.

- Третій рівень – це рівень персонального комп’ютера для накопичення та обробки даних із пограмним забезпеченням АСКОЕ.
- Четвертий рівень – сервер центру збору та обробки даних, який здійснює збір інформації з ПК або стеку серверів центру обробки інформації на третьому рівні, розподіл інформації по групах об’єктів обліку, формування платіжних документів для плати за ЕЕ.

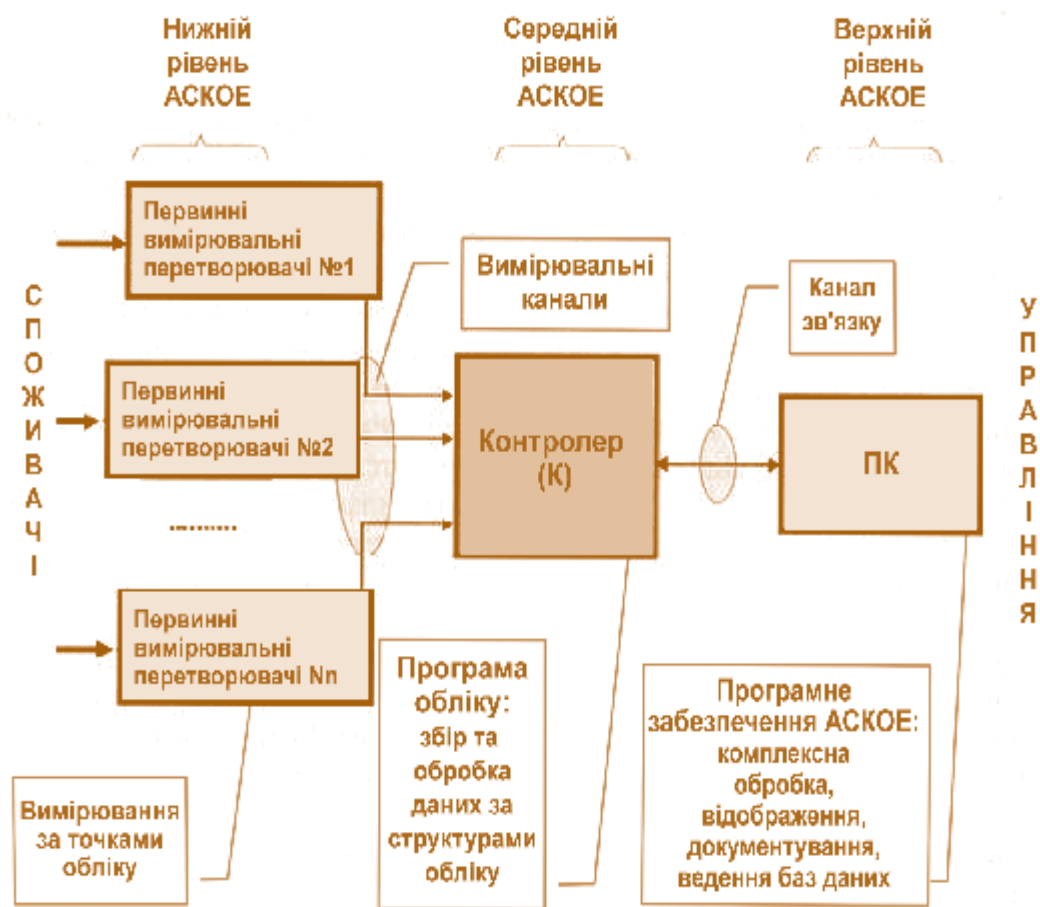


Рисунок 1.3 – Загальна структурна схема АСКОЕ [4].

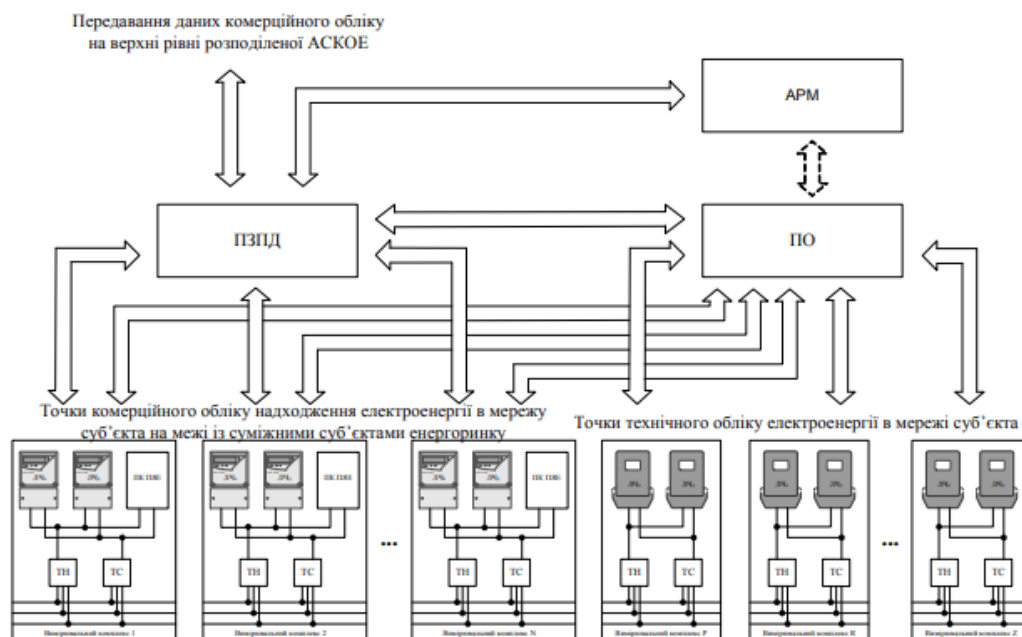


Рисунок 1.4 Структурна схема АСКОЕ об'єкта [5].

Система має забезпечувати налаштування і розширену діагностику з виводом даних на сервер та на екран. ПЗПД здійснює збір даних з лічильників, обробляє, зберігає та передає на верхній рівень.

Опитування даних здійснюється через ПЗПД або по бездротових каналах. Можлива передача за допомогою різних GSM-модемів і по виділених та комутованих лініях зв'язку, радіомодемах. Ethernet-з'єднання з лічильником виконується через Ethernet-сервер TCP/IP-COM.

1.6 Аналіз АСКОЕ в Україні та закордоном

1.6.1 АСКОЕ побутових споживачів закордоном

У державах, де розвинена ринкова економіка, всі перераховані проблеми енергозбутових організацій, що були озвучені вище, вирішуються шляхом впровадження АСКОЕ для побутових споживачів (АСКОЕ ПС) [6].

Світова практика подібні системи позначає як «AMR systems», тобто Automatic Meter Reading – автоматична система зчитування інформації з приладів. Майже всі провідні виробники таких апаратів лічильників довго працювали над створенням простих у використанні, але при цьому надійних,

витривалих та недорогих систем для побутових споживачів. При їх розробці інженери дотримувалися двох основних пріоритетів: система має бути такою, що з часом окупається, при цьому забезпечує надійне та тривале функціонування. На сьогодні подібні системи створені, випускаються серійно та широко застосовуються у різних країнах[6].

Однією з найбільш загальноприйнятих технічних можливостей зв'язку AMR у всьому світі є радіозв'язок, а за ним поруч – PLC – PowerLine Communication, що представлений як зв'язок мережею низьковольтного типу. Повсемісне використання PLC легко пояснюється, адже для технології AMR необхідні площі покриття, що наближаються до показника 100%, щоб мати змогу працювати з кожним будинком. У багатьох державах єдине середовище зв'язку, що задовольняє ці вимоги, – електричний мережевий дрiт.

Застосовані технічні рішення у системах AMR на базі PLC-технології, виконують такі функції:

- Зберігають у більшості побутових абонентів недорогі однотарифні електронні лічильники, лічильники індукційного типу, але за умови, що в них вмонтували адаптери імпульсів для передачі інформації безпосередньо від них силовою мережею в загальні пристрої збору даних.
- Відкривають можливість впроваджувати в абонентів будь-які тарифні системи, а для переходу треба тільки змінити програмне забезпечення в пристрої та не проводити монтажні роботи та заміну лічильників.
- Дозволяють зчитувати покази лічильників, встановлених у багатоквартирному будинку у дистанційному режимі та робити це дуже швидко, при цьому не треба входити до приміщення, де вони встановлені. Власне контролерам більше не потрібно ходити по квартирах та знімати покази.
- Допомагають у виявленні об'єктів розкрадання електроенергії та сигналізують про це. Надалі можна дистанційно вимикати з мережі неплатників.

Системи з передачею інформації по силовій мережі поліфункціональні, оскільки поруч з основним завданням – обробкою інформації про споживання різних типів енергетичних ресурсів (газу, тепла, холодної та гарячої води), можуть бути легко розширені іншими технічними можливостями, наприклад, охоронно-пожежною сигналізацією. Ці фактори підвищують ефективність приладів, знижують терміни окупності[7].

Яскравий приклад подібної системи управління електроспоживанням в побутовому секторі виступає система дистанційного зчитування даних і контролю над енергоспоживанням «EnergyWEB-XB». Вона працює за таким сценарієм: лічильники передають та приймають сигнали управління каналами кабельного або мобільного Інтернету. За допомогою подібних технічних можливостей компанії-постачальники електроенергії можуть дистанційно вести контрактну співпрацю з абонентами, впроваджувати програми управління енергоспоживанням, надавати пакет послуг різного складу та тарифів. Дворівнева архітектура системи дозволяє підключати до віддаленого термінала аналізу і управляти показами даних від необмеженої кількості абонентів.

Файл-сервер дистанційно керує системою, двосторонній потік інформації містить покази лічильників, що перебувають в обслуговуванні, і команди управління. Контроль відбувається з будь-якого пристрою з виходом в Інтернет і встановленим веб-сервер браузером. Принцип архітектури системи зображений на рис. 1.5.

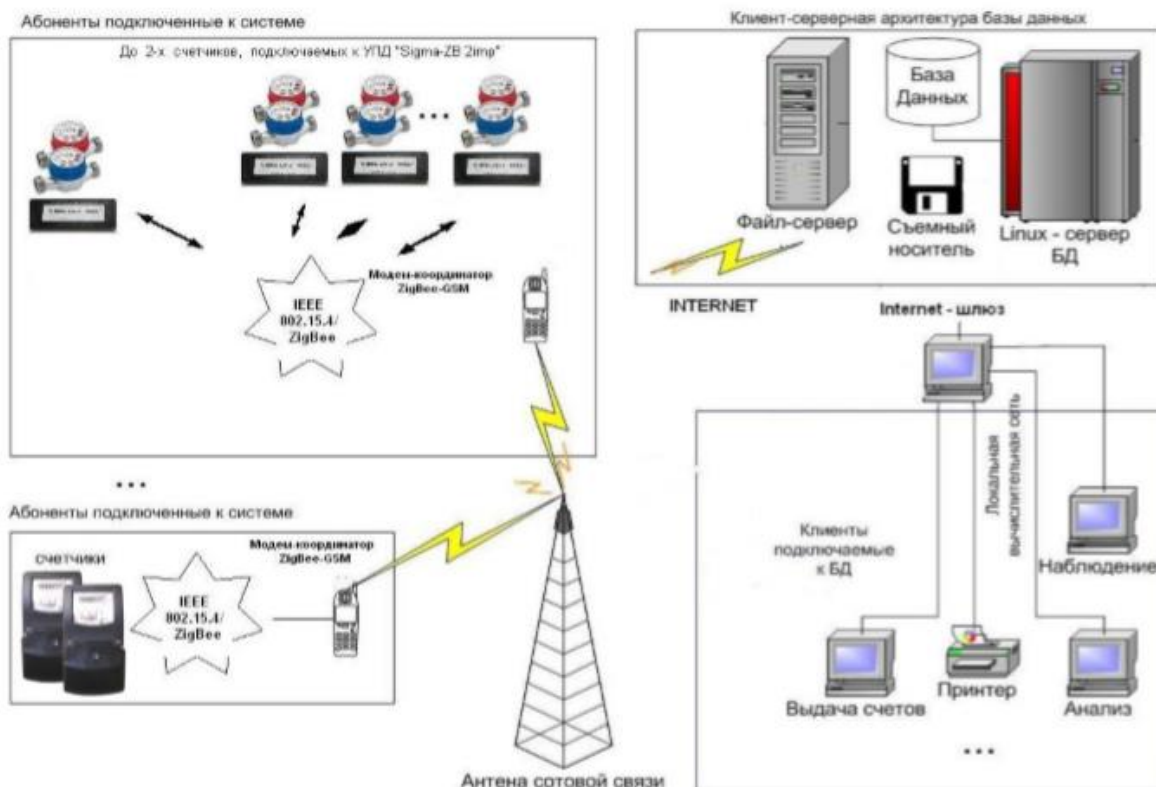


Рисунок 1.5 – Архитектура системи «Energy WEB-XB»[7].

1.6.2 АСКОЄ побутових споживачів в Україні

У нашій країні є близько десятка розробок систем АСКОЄ ПС, що використовують PLC-технологію. Велика кількість впроваджених пілотних проектів підтверджують їх практичність, працездатність, ефективність в налагодженому підвищенні збору платежів.

Враховуючи нинішній рівень тарифів для населення, термін окупності подібних систем складає приблизно 3–4 роки, якщо капіталовкладення на точку обліку (фактично один лічильник) не перевищують 75 – 100 доларів США. Ці витрати майже тотожні з витратами на впровадження системи обліку двотарифного типу, де використовуються «інтелектуальні» лічильники[8]. Популярність пристроїв у різних регіонах повсякчас росте. Але є недоліки, зокрема система є закритою, її можливості обмежені, а діяльність заснована на використанні PLC-технології, відкриті, полізадачні для постійного функціонального нарощування. Вони легко інтегруються в системи диспетчерського моніторингу житлового господарства, що є однією з причин

росту популярності. Приклад функціонування системи обліку електроенергії у побутових абонентах представлений на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Система управління електроспоживанням побутових споживачів[8]

До складу АСКОЕ ПС входять такі пристрої[9]:

- Лічильники електроенергії з додатковою функцією зберігання в незалежних ресурсах пам'яті проміжних показників, а це принципово, щоб забезпечити точний збіг даних виміру лічильника й усієї системи.
- пристрої для зберігання та передачі даних створені у вигляді багатоканальних електромодемів з інтерфейсним модулем і контролером лічильників. Вони використовуються для зчитування, запам'ятовування, передачі інформації електромережою в локальний блок для збору даних з усіх облікових приладів.
- Локальні блоки збору даних доступ до яких мають службовці, щоб здійснювати управління роботою електромережних модемів, зчитувати дані, накопичувати їх і передавати в центральну диспетчерську, здійснюючи синхронізацію «годинника» автономних блоків.
- У комп'ютері центральної диспетчерської проводиться оброблення показників приладів обліку, здійснюється розрахунок суми

платежів за спожиті ресурси, проводиться облік соціального статусу споживача. Додатково адаптується підтримка мультитарифного регулювання та передбачена можливість виписування рахунків.

Телеметричний вихід лічильника електроенергії під'єднаний за допомогою телеметричного кабелю до входу інтерфейсного модуля електромодему з багатьма каналами, що вмонтований в поверховий щиток. У електромережних модемах телеметрична інформація інтегрована, покази під'єднуються до конкретного часу і фіксуються в незалежній пам'яті. Процедури відбуваються відповідно до заданої ззовні програми.

Для того, щоб передати дані в ЛБСД, первинна телеметрична інформація попередньо перетворюється в ЕСМ. Такий вигляд дозволяє забезпечувати її передачу електромережею без втрати, спотворень.

ЛБСД – це автономний модуль з декількома пристроями, що здійснюють приймання та передачу інформації. До кожної з трьох фаз силової електропроводки ЛБСД під'єднаний за допомогою такої ж кількості вбудованих ЕСМ. Монтуються ЛБСД в трансформаторній підстанції, або на вході до будівлі.

Через послідовний інтерфейс ЛБСД і телефонний модем здійснюється передача даних через комутовану або виділену лінію на комп'ютер ЦД. Для децентралізованих систем, зчитування первинної інформації відбувається із ЛБСД за допомогою переносного носія інформації, наприклад, ноутбука, що підключається до ЛБСД. Один ЛБСД здатний обслуговувати до 2048 лічильників.

Центральна диспетчерська – це апаратно-програмний комплекс для проведення реєстрації, обробки й демонстрації інформації, про обсяг ресурсів, що були спжиті.

Логічно розділити програмне забезпечення ЦД на дві частини:

1. оперативний зв'язок ЛБСД;
2. обробка зібраної інформації.

Усі дані, необхідні для роботи програми, і інформація, призначена для передачі в ЛБСД, зберігається в базі даних.

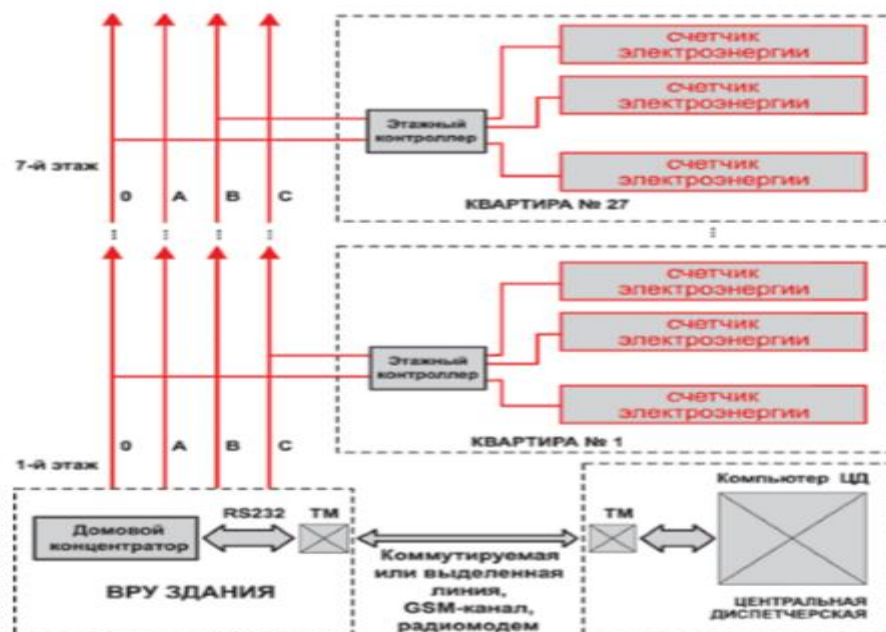


Рисунок 1.7 – Узагальнена схема системи управління електроспоживанням[9].

При обробці отриманих даних програмне забезпечення центральною диспетчерською виконує такі функції:

- формування рахунків;
- друк рахунків для кожного абонента;
- обґрунтування рахунків;
- підведення балансу по групах;
- формування аналітичної таблиці споживання за поточний, попередній та загальний періоди.

Для того, щоб захистити метрологічні характеристики системи від несанкціонованих змін сторонніми особами, створено шифрування інформації і багатоступінчастий доступ до поточних файлів. Враховуючи проведені дослідження, можна зробити висновок: впровадження цих систем в побутовому секторі у більшості знижує втрати електричної енергії, дозволяє зекономити багато матеріальних коштів.

1.7 Аналіз автоматизованих систем управління і моніторингу електроенергетики

Електроенергетична система (ЕЕС) – електрична частина енергосистеми, що надає живлення приймачам електричної енергії, які об'єднані схожістю процесу виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.

Автоматизація широко використовується в електроенергетиці. Під автоматизацією ЕЕС розуміють їх оснащення окремими пристроями і системами для управління виробництвом, передачею та розподілом електричної енергії в нормальних і аварійних режимах без участі людини. Роль автоматики, рівня її досконалості, виключно важлива для забезпечення надійності ЕЕС.

Зважаючи на широке використання електричної енергії абсолютно у всіх сферах життєдіяльності людини, вихід з ладу енергосистеми, нормальна робота якої багато в чому визначається надійністю автоматики, призведе до негативних, а часто і катастрофічних наслідків.

Задачі автоматизації системи управління об'єктами електроенергетики містять в собі одразу декілька важливих напрямків роботи з електричним устаткуванням.

На рис.1.8 показано основні задачі автоматизації електроенергетичних об'єктів за ступенями важливості.

1	Підтримка встановлених параметрів для енергосистеми
2	Забезпечення економного режиму роботи електромереж
3	Зменшення аварійності та втрат електроенергії
4	Підвищення стійкості роботи електромереж: захист від перевантажень, коротких замикань, перепадів напруги
5	Забезпечення нормального рівня напруги з врахуванням навантаження на обладнання
6	Зниження витрат на ремонт енергетичного обладнання

Рисунок 1.8 – Основні задачі автоматизації системи управління об'єктами електроенергетики

Сьогодні на ринку електроенергії ми спостерігаємо загальносвітову тенденцію щодо впровадження в енергосистему інтелектуальних електромереж і підстанцій нового покоління. «Розумні» мережі відіграють важливу роль у розвитку енергетики і вирішують безліч завдань підприємств даної галузі.

Підстанція – це невід'ємний структурний елемент будь-якої енергосистеми, що виконує функцію перетворювача напруги. Автоматизація управління підстанцій дозволяє оперативно реагувати в разі нештатних ситуацій в роботі електричної мережі, виключати збої і пошкодження, гарантуючи стабільну якість електроенергії.

Найважливішим показником досконалості ЕЕС є якість електроенергії, під яким насамперед мається на увазі стабільність величини напруги і його частоти. Відхилення цих параметрів від номінальних значень призводить до погіршення роботи споживачів електроенергії.

Для підвищення надійності електропостачання широко застосовуються автономні джерела електроенергії у вигляді дизельних електростанцій, газотурбінних установок, установок гарантованого електроживлення з використанням різних первинних джерел енергії. Їх нормальне функціонування також неможливо без технічних засобів АСУ ТП.

Для контролю та управління режимами джерел електроенергії, забезпечення безперебійного постачання споживачів, координування ліквідацією аварій в енергосистемі створюються служби диспетчерського управління енергосистемою. В даний час складність завдань оперативного управління великими ЕЕС призводить до того, що диспетчер не в змозі проконтролювати всі вузлові точки електричної мережі і не здатний досить швидко провести операції по її управлінню. Тому на автоматику покладаються операції з управління ЕЕС з необхідною точністю, надійністю і швидкістю, порівнянним з тривалістю електромагнітних і електричних процесів, що відбуваються в системі.

До автоматизації систем управління і моніторингу електроенергетики також входить система автоматизованої системи обліку енергоспоживання (АСУЕ).

АСУЕ – автоматизована система управління енергетичним господарством промислового підприємства.

Як правило, АСУЕ забезпечує реалізацію ряду функцій, зокрема, до них належать:

- визначення потреби в ресурсах і планування їх витрат за видами діяльності підприємства;
- управління виробництвом, розподілом і споживанням енергоресурсів;
- аналіз витрат енергетичних ресурсів і витрат на їх виробництво;
- контроль стану обладнання;
- організація та управління технічним обслуговуванням і ремонтом енергетичного обладнання, діагностика енергообладнання;

- передача інформації в суміжні системи автоматизації.

На рис. 1.9 зображено рівні взаємодії АСУЕ.

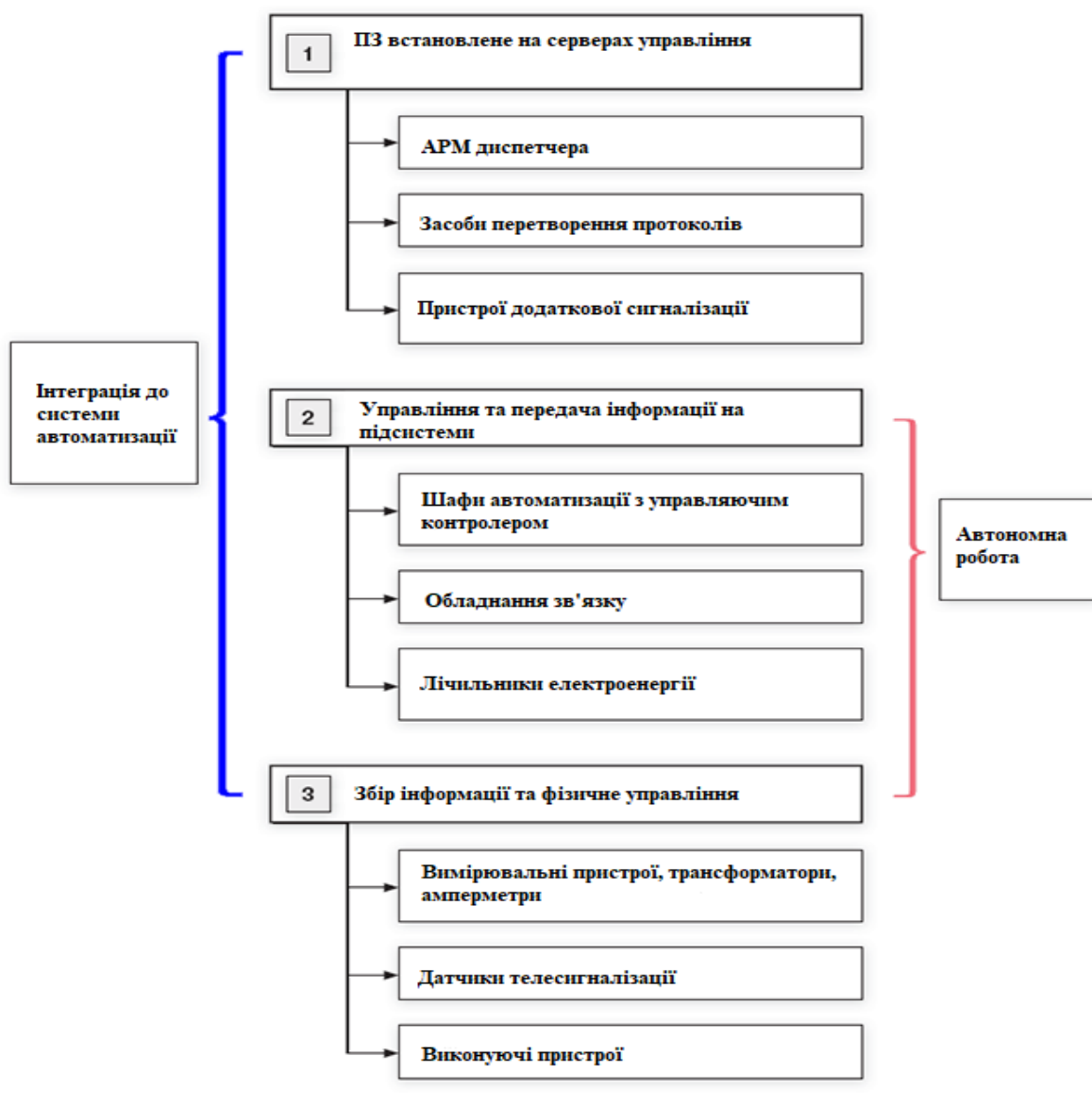


Рисунок 1.9 – Рівні взаємодії АСУЕ

1.8 Стратегії розвитку інтелектуальних електромереж у світових масштабах

У Сполучених Штатах Америки Федеральна комісія з регулювання в галузі електроенергетики (FERC) розробила стратегію розвитку «інтелектуальних», «розумних» мереж, головний напрям якої створення ключових стандартів для досягнення функціональної сумісності «інтелектуальних» систем та пристроїв, що забезпечують управління

режимами енергосистеми, створюють протоколи для обміну даними та забезпечують високий рівень надійності.

Визначено програмні цілі, завдання подібних досліджень у США, орієнтовані до 2030 р. Їх метою є розвиток інтегрованої національної технологічної електрокомунікаційно-інформаційної інфраструктури, що спроможна динамічно оптимізувати системні (мережеві) операції та забезпечити інтерактивні інновації управління попитом за активної участі споживача[10].

Сформульовано цільові показники реалізації концепції Smart Grid:

- цілковито забезпечити управління критичними перетіканнями в енергосистемі, знизити пікові навантаження, підвищити надійність електропостачання;
- підвищення до 40% рівня системної ефективності використання енергетичних ресурсів, активів;
- доведення до 20% використання розподілених та енергетичних ресурсів, що відновлюються.

«Інтелектуальні» мережі США забезпечують:

- можливість самостійного відновити працездатність після технічних, програмних збоїв в енергосистемі;
- поєднання всіх видів генерування та акумулювання енергії;
- активну роль абонентів у регулюванні енергоспоживання в мережі;
- доведення якості енергії до вимог актуальних законодавчих стандартів;
- можливість реалізації інноваційних продуктів, освоєння ринків, послуг;
- оптимальне використання виробничих засобів для покращення експлуатаційної ефективності.

Системи Smart Grid розподілені за таким принципом:

- на автоматичне зчитування показів приладів обліку із передаванням даних каналами зв'язку – 59 %;
- зчитування показів електронних апаратів за допомогою ручного термінала безпосередньо інспектором на кожному об'єкті – 25%;
- дистанційне зчитування показників лічильників через ручний термінал або термінала, встановленого на автомашині – 16 %.

Параметри	2000 р.	2025 р.		
	Базові показники	Енергетична система без Smart Grid (сценарій 1)	Енергетична система в умовах реалізації Smart Grid (сценарій 2)	Відношення показників сценарію 2 до сценарію 1
Споживання електроенергії, млрд кВт-год	3800	5800	4900-5200	від 10 до 15 % зниження
Енергоємність ВВП, кВт-год/дол. ВВП	0,41	0,28	0,2	29 % зниження
Зниження попиту в часи пікового навантаження, %	6 %	15 %	25%	66 % зростання
Викиди CO ₂ , млн тонн	590	900	720	20 % зниження
Підвищення продуктивності, % за рік	2,9	2,5	3,2	28 % зростання
Реальний ВВП, млрд дол.	9200	20700	24300	17 % зростання
Розмір економічних збитків для бізнесу, млрд дол.	100	200	20	90 % зниження

Джерело: Національна лабораторія поновлюваних джерел енергії США.

Категорія	Потужність, МВт	Вартість проекту, млн дол.	Кошти міністерства енергетики США, млн дол.
Акумулятор для підтримання рівня напруги в разі зміни вітрового потоку та керування розгоном ВЕС	57	145,2	60,8
Допоміжна система контролю частоти	20	48,1	24,1
Керування акумулятором для підтримання напруги в мережі	7,5	44,5	20,4
Акумулятори з використанням стисненого повітря	450	481	54,6
Демонстрація систем акумулювання	2,8	53,1	25,2
Всього	537,3	771,8	185

Рисунок 1.10 – Підвищення ефективності енергоуправління з появою Smart Grid[10]

Висновки за розділом

В данному розділі я проаналізував комунально-побутового споживача, як гравця на ринку ес та його системи електропостачання.

При цьому у результаті аналізу було виявлено, що сучасна система електропостачання побутового сектору є динамічною структурою, яка характеризується низькою енергоефективністю, надійністю та якістю.

Вирішення проблеми розглянуто в наступних розділах.

2 ОГЛЯД МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ

2.1 Дослідження загальних функцій Smart-лічильників

Smart-лічильник має наступні опції, що відрізняє його від індукційних і електрично-механічних лічильників:

- облік електричної енергії по зонах доби;
- об'єднання їх в систему;
- вимірювання параметрів мережі (напруга тощо);
- захист від критичних коливань напруги;
- передача інформації енергокомпаніям про аварійні ситуації в мережі;
- виведення на екран інформації про заборгованість та багато іншого.

Споживачам смарт-лічильники надають можливість економити гроші без зміни енергоспоживання за рахунок переходу на зонний облік. При наявності "розумного лічильника" з 23:00 до 7:00 електроенергія дешевша на 50%, тож якщо вмикати потужні електроприлади в цей час, наприклад, бойлер або електродуховку, можна відчутно зменшити рахунок, тим самим споживачі формують розумну мережу рисунок 2.1.

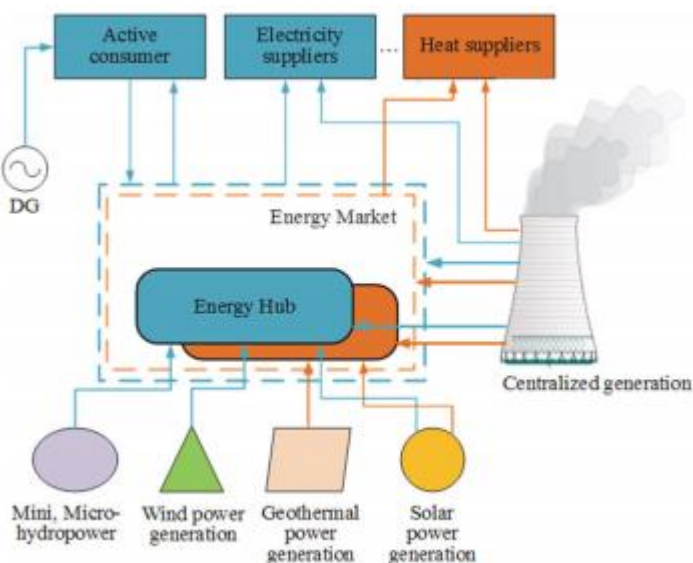


Рисунок 2.1- Структура Smart Grid

Слід зазначити, що регулярне дистанційне зчитування показників лічильників забезпечує формування квитанцій з фактичними даними щодо кількості спожитої електроенергії. Таким чином лічильник без по стороннього втручання передає в енергокомпанію об'єм спожитої електроенергії, і рахунок виставляється саме за нього. Дана опція є надзвичайно зручною для споживачів, що забувають передати показники з 1-го по 5-те число – їм достатньо, отримавши квитанцію, звірити вказані в ній показники з лічильником.

Відповідно до концепції Smart Grid в числі пріоритетних напрямків розвитку ІТ в енергетиці на найближчі роки можна виділити:

1. Широке впровадження на нових і модернізованих точках вимірювання інтелектуальних (smart) вимірювальних приладів – «розумних» лічильників з функцією дистанційного керування профілем навантаження вимірюваної лінії і вимірювальних перетворювачів зі стандартними комунікаційними інтерфейсами і протоколами (в тому числі бездротовими), які відповідають стандартам інформаційної безпеки.

2. Встановлення на кожному великому об'єкті, приєднаному до електромережі (житловому районі, офісному центрі, фабриці і т.д.), удосконалених автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем (AIBC), що працюють в режимі реального часу. AIBC повинні здійснювати моніторинг об'єктових процесів (наприклад, електро- або тепlopостачання, включаючи параметри якості енергії), виконувати прості алгоритми автоматичного регулювання та мати розвинені засоби інформаційного обміну з зовнішнім світом.

3. Створення широкої мережі інтегрованих комунікацій на базі різноманітних ліній зв'язку – ВОЛЗ, супутникових, GPRS, ВЧ-зв'язку по ЛЕП та ін. Кожна AIBC повинна бути підключена як мінімум по двох незалежних каналах зв'язку.

4. Впровадження в енергокомпаніях автоматизованих систем (АС) управління виробничою діяльністю. Оскільки всі енергопідприємства

відносяться до виробництв з безперервним циклом, можна виділити чотири види таких систем:

- АС управління технічним обслуговуванням і ремонтами;
- АС роботи на ринках (комерційної диспетчеризації);
- АС обслуговування клієнтів;
- АС управління основним виробництвом – генерацією, передачею, розподілом, збутом (урахуванням споживання) або диспетчеризацією.

5. Створення інтегрованих інтерфейсів до AIBC і АС управління виробничою діяльністю для автоматичного обміну даними з АС інших учасників ринку. При цьому повинні бути визначені протоколи обміну і стандарти інформаційної безпеки для всіх категорій учасників ринку.

Передача даних контролером відбувається за допомогою дротових і бездротових технологій, а також комбінованим методом. Найбільш сучасний, простий і недорогий спосіб передачі даних – бездротовий контролер. Процес здійснюється з використанням однієї з наступних технологій:

-GPRS – підключення виконується через звичайну сім-карту, яку необхідно постійно поповнювати, як і мобільний. В даному випадку інформація на сервер передається за допомогою загальнодоступної мережі. Вибравши дану технологію, дуже важливо враховувати якість зв'язку того чи іншого оператора мережі, адже навіть зараз є такі місця, де жодна мобільна мережа недоступна.

-LPWAN – технологія дуже схожа з GPRS, але менш енергозатратна. Для передачі даних за допомогою цієї технології постачальники в районі ставлять свою спеціальну вишку, яка призначена для зв'язку контролерів з сервером, що не дуже зручно і досить дорого. Крім того, зазвичай така технологія застосовується для цілого будинку, а значить, вибору у споживача не буде.

-Wi-Fi – дана технологія об'єднує в собі переваги двох попередніх. Завдяки низькому енергоспоживанню контролери спокійно можуть працювати від батарейок. Технологія дешева, зручна і надійна.

2.2 Загальна методологія моніторингу управління електроспоживанням

2.2.1 Системний підхід до моніторингу управління електроспоживанням

Ефективне управління електроспоживанням обумовлюється комплексним вирішенням принципових питань: розробки і впровадження дієвої нормативно-правової бази управління використанням електричної енергії; розробки та запровадження прогресивної системи тарифів на електричну енергію, яка стимулювала б створення і використання у споживачів маневрового електричного навантаження (споживачів-регуляторів електричної енергії); створення моделей, методів та програмного забезпечення для управління режимами електричних мереж промислових підприємств, електричним навантаженням споживачів та їх електроспоживанням; створення та забезпечення постачальників і споживачів електроенергії сучасними автоматизованими системами і технічними засобами обліку та управління електроспоживанням[11].

Для використання даного підходу у моніторингу електроспоживання необхідно розробити, запрограмувати та інтегрувати з приладами певні математичні формули та закони, що допоможуть формалізувати технологію.

Технологія управління електроспоживанням у промислових підприємствах є найбільшою і безпосередньо пов'язаною з виробничим процесом, від якої значною мірою залежить ефективне функціонування підприємства в цілому. Тому при розробці АСУ даній технології приділяється найбільша увага. Метою такої системи є ефективне (з точки зору надійності і економічності) постачання промислових підприємств електроенергією. Виконання цієї мети досягається рішенням загальної задачі управління $\{P, F\}$, де P – опис об'єкту управління, а F – критерій управління цим об'єктом.

Опис ОУ є формалізацією вимог виконання підприємством запланованих (договірних) об'ємів продукції.

Тобто:

$$\Pi = \{\pi_i = f_i(\mathbf{X})\}, i = 1, N$$

де π_i – це формальний опис i -тої вимоги. \mathbf{X} – це простір параметрів і характеристик станів ОУ.

Критерій управління при існуючих взаєминах з енергопостачальною організацією може бути прийнятий у вигляді[12]:

$$\Phi = \lambda_w W + \lambda'_w \Delta W + \lambda_p P_s + \lambda'_p \Delta P_s + \lambda_Q Q + k_w \lambda_w W + Y_p(\Delta P, t_{\text{exp}}) + Y_{\text{TO}}(y_m, 3) \rightarrow \min (2)$$

λ_w і W це відповідно тариф на електроенергію і об'єм її споживання підприємством (сюди входять і втрати в електромережі);

λ_w та ΔW – відповідно тариф на електроенергію, що спожита понад договір, а також її витрата;

λ_w і P_s – відповідно тариф на договірну (заявлену, абиновану) потужність, що бере участь в максимумі навантаження ЕЕС, і величина цієї потужності;

λ_w і ΔP_s – тариф на спожиту активну потужність і її величина;

λ_w і Q – відповідно тариф на реактивну потужність в години максимуму навантаження ЕЕС і величина цієї потужності;

коефіцієнт плати за спожиту [або генеровану] реактивну енергію понад значення, встановлених в договорі (затверджується органом по регулюванню тарифів);

$U_{\text{то}}$ – збиток від ненадійної роботи електроустаткування упр і несвоєчасного виведення його в ремонт.

2.2.2 Сценарний аналіз щодо управління моніторингом електроспоживання

Сценарний підхід полягає у проведенні сценарного дослідження, під час якого будується кілька альтернативних картин майбутнього або сценаріїв. Метою сценарного дослідження є інтерпретація поточного стану об'єкту відносно майбутніх подій, а також розробка заходів, що дозволять уникнути

небезпек у майбутньому, вивчення майбутнього, врахування якісних даних й стратегії всіх зацікавлених сторін. На відміну від лінійного прогнозування сценарний підхід не є описом порівняно передбачуваного розвитку подій сьогодення. У стабільних умовах й у коротких тимчасових рамках лінійні прогнози є й необхідними, і діючими. Основний інструмент сценарного планування – сценарний аналіз. Метод сценарного аналізу застосовується для управління стратегічними процесами, які протікають у турбулентному зовнішньому середовищі, і які характеризуються значною невизначеністю. Метою сценарного аналізу є надання набору детальних описів послідовності подій, які можуть привести з прогнозованою вірогідністю до бажаного або планованого кінцевого результату, або до можливих наслідків, при розглянутих сценаристом варіантах розвитку[12].

На думку фахівців вдаватися до складних інструментів прогнозування в умовах криз є економічно неправильним рішенням, адже це гарантовано призводить до підвищення зайвих витрат. Однак зі зростанням невизначеності, виникає потреба звернутися до інших інструментів прогнозування, які дозволяють визначити потенційні ризики й підготуватися не до одного, а до кількох можливих альтернатив майбутнього. Успішна практика міжнародного бізнесу доводить, що застосування сценарного підходу є ефективним у середньо- та довгостроковій перспективі, при середньому або високому ступеню невизначеності. При застосуванні сценарного моделювання стратегія управління набуває необхідної гнучкості для того, щоб організація залишалась успішною при різноманітних варіантах розвитку майбутнього[13].

На думку окремих науковців, сценарний підхід також може застосовуватися на першій стадії запровадження науково-дослідних проектів на промислових підприємствах, яка є надважливою з точки зору прогнозування і уникнення зайвих витрат. Так, відповідно до досліджень американських науковців, з усіх науково-дослідних проектів, які розробляються промисловими фірмами, 70% не дають позитивного

комерційного результату, і лише 20% нових виробів не знімаються з виробництва.

У таблиці 2.1 показаний приклад застосування сценарного підходу в енергетичній галузі на практиці.

Таблиця 2.1 – Сценарний підхід в енергетичній галузі

Характеристика	Сценарій 1			Сценарій 2	
Сутність	за рахунок концентрації виробничих зусиль на реалізації продукції для індустріальних проектів прогнозується збільшення їх експорту на міжнародних ринках			прогнозується збільшення обсягу виробництва та реалізації труб авіаційного призначення для міжнародних ринків, може бути реалізований за рахунок концентрації виробничих зусиль на реалізації продукції для авіаційних проектів	
Позитивні сторони	Наявність стабільного попиту впродовж перших трьох років, наявність тісних зв'язків із перевіреними замовниками.			Наявність довгострокових перспектив, відсутність великого числа конкурентів, можливість довгострокових контрактів (long term agreement)	
Негативні сторони	Загроза появи альтернативної продукції, загострення конкурентної боротьби.			Відносно велика трудомісткість та вартість залучення нових замовників за рахунок отримання відповідної сертифікації. Необхідність оновлення частини основних фондів.	
Роки	2019	2020	2018	2019	2020
Загальний обсяг реалізації, т	815	896	795	742	730
Загальний дохід від реалізації, тис \$	13736	141445	150680	155390	163785
Загальна рентабельність реалізації продукції, %	7.8.	8.4	7.9	8.3	9

2.3 Методи прогнозування електроспоживання

Енергетичний баланс відноситься до числа матеріальних балансів і відображає рівність між підведеною і використаною кількістю ПЕР. На промислових підприємствах в залежності від призначення можуть бути використані енергетичні баланси різних видів[14]. Класифікація енергетичних балансів приведена в таблиці 1.2

Таблиця 2.2 - Класифікація енергетичних балансів

Ознаки класифікації балансів	Види балансів
За стадіями і часу розробки	Проектні, планові, фактичні, перспективні, прогнози
По об'єктах розробки	Баланси технологічних операцій, машин, агрегатів, потокових ліній, цехів, підприємств, галузей, країни
За цільовим призначенням	Баланси по окремим видам технологічних процесів, по допоміжним процесам
За кількістю охоплених балансів видів палива, енергії та енергоносіїв	По окремих видах палива і енергії. Баланси по всім видам ПЕР, використовуваним на підприємстві
За методами отримання вихідної інформації для розробки балансів	Досвідчені, розрахункові, дослідно-розрахункові
Залежно від рівня енерговикористання	Фактичні, нормативні, оптимальні
За формою подання	За виробничо-територіальною ознакою, баланси машин, ділянки, цеху і т.д., аналітичні баланси, синтетичні баланси, баланси внутрішнього обороту ПЕР
За методами оцінки роботи, отриманої від енергоресурсу	Енергетичні, ексергетичні

Планові баланси є основою для планування енергоспоживання Комунально - побутового споживача..

Припущення про відповідність статистичної вибірки нормальному розподілу використовується як в регресійному аналізі при встановленні залежностей між випадковими величинами, так і в дисперсійному аналізі при перевірці статистичних гіпотез. Тому перевірка на нормальність при обробці даних обов'язкове. Основним інструментом аналізу і прогнозування виступає математичне моделювання фінансово-господарських процесів. Воно дає можливість отримати чітке уявлення про досліджуваний об'єкт, описати його внутрішню структуру і зовнішні зв'язки.

Змістом процесу моделювання є:

- конструювання моделі на основі попереднього вивчення об'єкта або процесу;

- виділення його істотних характеристик або ознак;
- теоретичний і експериментальний аналіз моделі;
- зіставлення результатів моделювання з фактичними даними про об'єкт або процес;
- коригування і уточнення моделі.

Для опису моделей (включаючи алгоритми і їх дії) використовується математичний апарат. Застосування математичних методів є необхідною умовою для розробки та використання методів моделювання в прогнозуванні, що забезпечує високу ступінь обґрунтованості, дієвості і своєчасності прогнозів.

Виділяють різні види моделей: оптимізаційні, статичні і динамічні, факторні, структурні, комбіновані та ін. Залежно від рівня агрегування один і той же тип моделей може бути застосований до різних об'єктів. Звідси виділяють макроекономічні, міжгалузеві, галузеві, регіональні.

Підхід до побудови математичної моделі може бути:

- індуктивним
- дедуктивним.

При використанні індуктивного методу модель того чи іншого процесу будується за допомогою приватного моделювання, що охоплює більш прості змінні процесу, з переходом від них до загальної моделі всього процесу.

При дедуктивному методі спочатку будується загальна модель і лише на її основі конструюються часткові моделі, встановлюються алгоритми конкретних математичних розрахунків. Математичні моделі будуть найбільш обґрунтованими, якщо при їх конструюванні методи індукції і дедукції використані в єдності [14].

Сформульована математична задача аналізу може бути вирішена одним з розроблених математичних методів.

Для вивчення одновимірних статистичних сукупностей використовуються: варіаційний ряд, закони розподілу, вибірковий метод. Для вивчення багатовимірних статистичних сукупностей застосовують кореляції,

регресії, дисперсійний, коваріаційний, спектральний, компонентний, факторний види аналізу.

Більш докладно розглянемо найбільш часто використовувані методи при прогнозуванні обсягів споживання електричної енергії: кореляційно-регресійний аналіз та аналіз часових рядів.

Кореляційно-регресійний аналіз полягає в побудові регресійних моделей. Регресійний називають моделі, засновані на рівнянні регресії, або системі регресійних рівнянь, що зв'язують величини ендогенних і екзогенних змінних. Розрізняють рівняння (моделі) парної і множинної регресії. Якщо для позначення ендогенних змінних, використовувати букву y , а для екзогенних змінних букву x , то в разі лінійної моделі рівняння парної регресії має вигляд $y = a_0 + a_1x$, а рівняння множинної регресії: $y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_mx_m$.

Методи кореляційно-регресійного аналізу дозволяють вирішувати три основні завдання:

- визначення форми зв'язку між результативним і факторними ознаками
- вимір тісноти зв'язку між ними
- аналіз впливу окремих факторних ознак.

Основні вимоги, що пред'являються до включених в регресійну модель факторів:

- кожен з факторів повинен бути обґрунтований теоретично;
- доцільно включати тільки фактори, що роблять істотний вплив на досліджувані показники (кількість факторів не перевищувало однієї третини від числа спостережень в вибірці);
- фактори не повинні бути лінійно залежні.

Включення в модель лінійно взаємозалежних чинників призводить до виникнення явища мультиколінеарності, яке негативно позначається на якості моделі;

- впливаючі на процес фактори можуть бути кількісні і якісні;

- в одну модель не можна включати сукупний фактор.

2.4 SWOT-аналіз в електроспоживання

Важливим етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу – матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities), SWOT-аналіз продемонстрований у таблиці 2.2.

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища[21]. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза). Підсумовуючи сильні та слабкі сторони даного проекту слід обрати альтернативу ринкового впровадження[21].

Таблиця 2.3 – SWOT-аналіз впровадження Smart-системи електроспоживання

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відсутність конкурентів аналогів; - зручність установки та експлуатації; - автоматичне управління та моніторинг стану електроспоживання за допомогою смартфона; 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - економічна ситуація в державі; - необізнаність покупців; - невисокі затрати на рекламу; - загрози нестабільної роботи внаслідок інновацій;
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Продовження таблиці 2.2

Можливості: - підвищення надійності та якості передачі даних; - зменшення вартості пристрою; - розширення асортименту продукції; - розширення асортименту послуг;	Загрози: - складне економічне становище в країні; - висока конкуренція; - зменшення попиту;
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SWOT-аналіз робити завжди, при будь якому рішенні, щоб бути готовим до всіх можливих сценаріїв.

2.5 Статистичні методи застосовані при формуванні системи моніторингу електроспоживання

В розділі для побудови конструктивної моделі на основі даних вимірювань процесу електроспоживання організації пропонується статистичний метод, послідовність етапів застосування якого полягає в наступному.

На першому етапі обґрунтовується конкретний метод декомпозиції загального часового ряду даних вимірювань ПЕ організації на три часових ряди, які відповідають компонентам: трендовій, періодичній і стохастичній.

На другому етапі обґрунтовується конкретний метод виявлення миттєвих моментів розладу (зміни) динаміки всіх трьох компонент загального часового ряду і формується послідовність їх моментів розладу.

На третьому етапі відбувається сегментація інтервалу спостереження $[0, T]$ тобто, розбиття моментами розладу динаміки на ділянки часових рядів компонент процесу – тренду, періодичної і стохастичної компонент[16].

На четвертому етапі по отриманим часовим рядам в межах кожного сегменту відбувається розробка моделі кожної із компонент з метою формування загальної математичної моделі ПЕ організації.

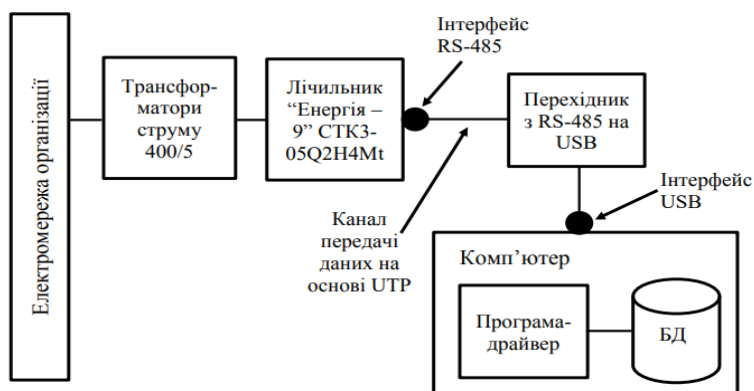


Рисунок 2.2 – Підсистема вимірювання під час моніторингу штатного режиму процесу електроспоживання організації[22]

2.6 Рівномірний закон розподілу при вимірюванні електроспоживання

Щільність ймовірності відмови

$$f(T) = \frac{1}{T},$$

де T - час функціонування елемента

Загальна функція розподілу виглядає ось так:

$$F(x) = \frac{x-a}{b-a}, \quad a < x < b.$$

Тоді як густина розподілу визначається системою:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{1}{b-a}, & a < x < b \\ 0, & b < x \end{cases}$$

Математичне очікування та дисперсія обчислюються як $M(x) = \frac{a+b}{2}$ та

$$D(x) = \frac{(b-a)^2}{12}.$$

Найчастіше рівномірний закон розподілу зустрічається у похибках округлення. Це трапляється часто під час експериментів в різних галузях виміральної практики. Дана властивість застосовується в деяких

генераторах псевдовипадкових чисел. Рівномірному закону підпорядковуються так звані випадкові похибки[18].

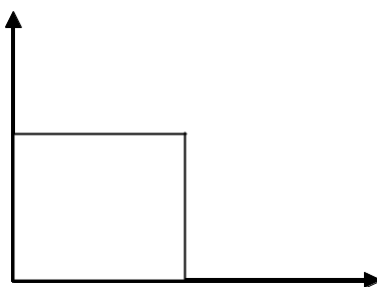
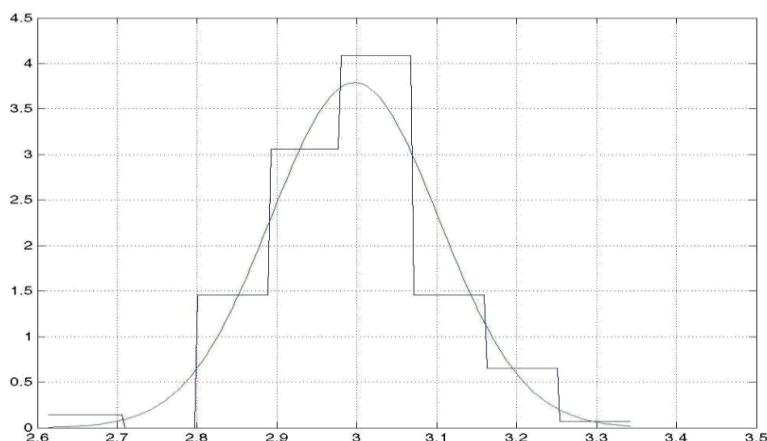


Рис. 2.3 – Графік щільності ймовірності відмови[17]

2.7 Нормальний закон розподілу при вимірюванні електроспоживання

Виявлення нормального закону розподілу при вимірюванні споживання електричної енергії. Чи можемо ми використовувати даний закон для економії зараз



перевіримо, початкові дані наведено в розділі 1, рис.1.1.

Рисунок 2.4 нормальний закон розподілу[18]

Нормальний закон розподілу є базовим законом у теорії ймовірності, так як його застосування часто зустрічається під час вивчення природніх і соціально-економічних явищ.

Відмінність закону від усіх інших є те, що він є граничним законом, до якого наближуються інші закони розподілу при типових умовах, які зустрічаються доволі часто

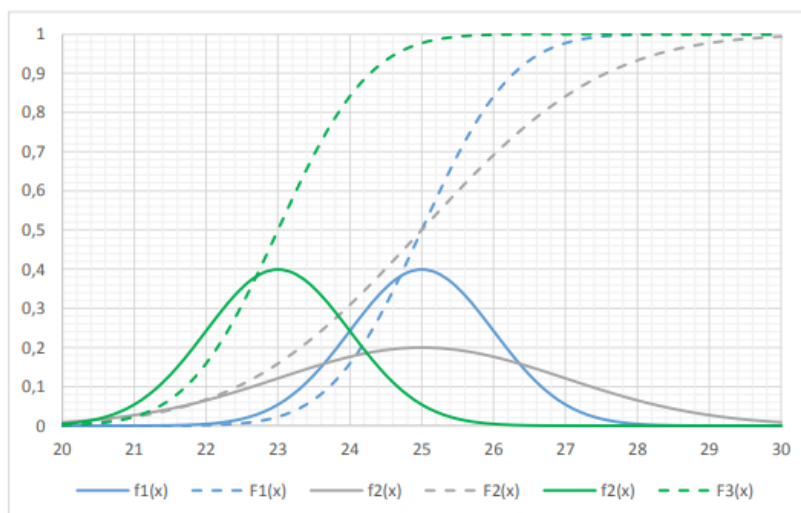


Рис. 2.5 – Приклад нормального розподілу

Важливим у нормальному розподілі є правило «трьох сігм».

Таблиця 2.3 – Правило «трьох сігм»

Довірчий інтервал	Ймовірність, %
$m - \sigma \leq x \leq m + \sigma$	68,3
$m - 2\sigma \leq x \leq m + 2\sigma$	95,4
$m - 3\sigma \leq x \leq m + 3\sigma$	99,7

Висновки за розділом

В другому розділі я проаналізував методи управління електроспоживанням. Визначив всі необхідні інструменти для проведення аналізу та досліджень, які будуть виконані в розділах три та чотири. Дані методи дозволять економити на електричній енергії, оптимізувати роботу електропостачальних організацій, передбачати споживання комунально-побутового споживача.

3 ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ SMART-СИСТЕМ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО СПОЖИВАЧА

3.1 Дослідження систем забезпечення енергетичними ресурсами

Основною задачею при формуванні енергосистеми є підвищення ефективності при менших енергетичних затратах. У нашому світі, коли є повна ясність про кінець видобування природних енергоносіїв, нині потрібно мати чітке уявлення про день сьогоднішній, завтрашній, післязавтрашній. Аналіз головних питань: як користуватися енергією, яка її оптимальна величина для використання, які види, яким способом, і по якій ціні ми можемо використовувати енергію для своїх потреб?

Можливість зниження цих потреб без порушення якісних показників життєдіяльності – першочергова задача при формуванні енергосистеми.

Актуальність питання обліку еє постало на разі перед ЖК «Desna Residence», розглянемо можливі варіанти впровадження системи та порахуємо комерційну пропозицію.

Виходячи з сьогоднішніх запитів споживача до якості забезпечення електричною енергією, робимо висновок, що електросистема повинна бути надійною та задовольнити всі потреби об'єкта на кожній стадії його життєвого циклу.

Дослідження будь-якого об'єкта варто починати зі збирання попередньої необхідної інформації для проектування системи електропостачання цього об'єкту. Маючи дані про загальні характеристики об'єкту, характеристику його основних та додаткових споживачів ми можемо чітко визначити джерела живлення та електричні мережі якими вони будуть приєднані.

3.2 Загальна характеристика об'єкта

Житловий комплекс «Desna Residence» знаходиться за адресою вул. Придорожня 1, Броварського району, Київської області, 07415. Площа I етапу будівництва охоплює 3,981 Га. Рисунок 3.1 Дата початку будівництва 2015р.

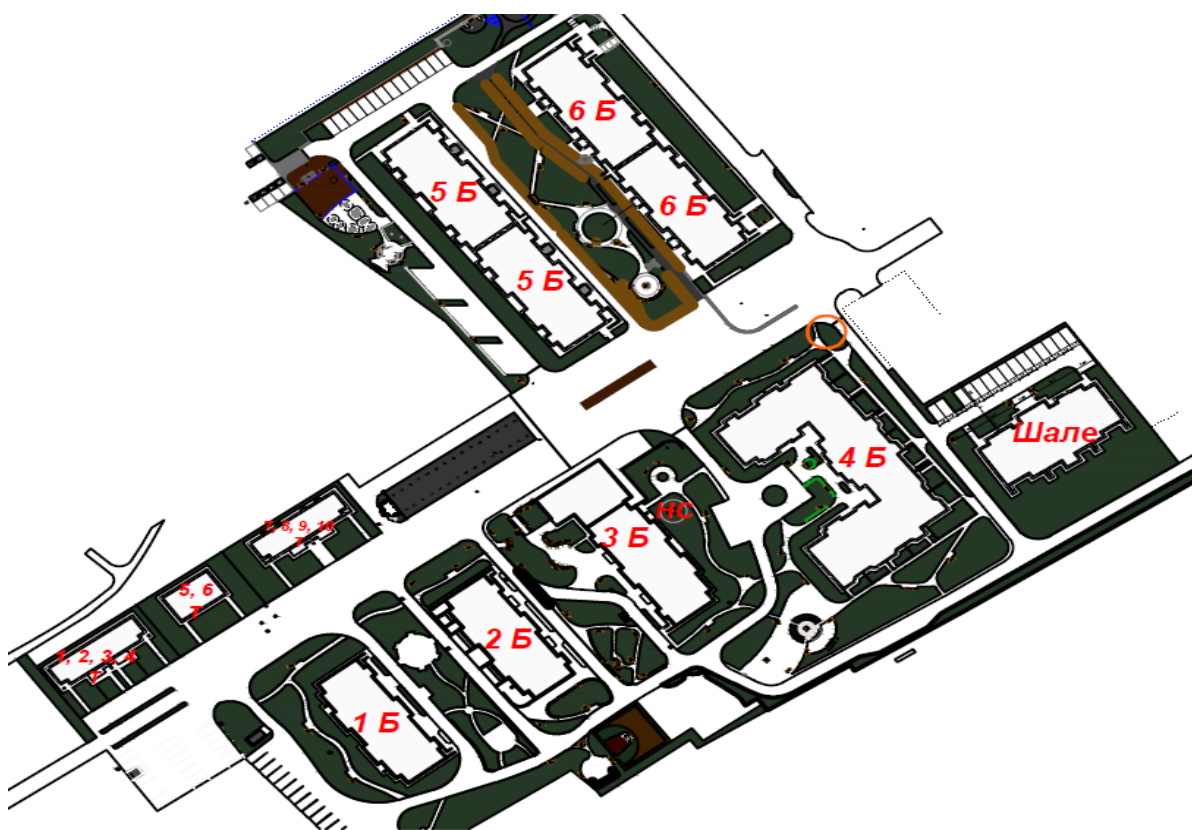


Рисунок 3.1 – Орієнтований план розміщення об'єктів на території комплексу

Об'єкт не відноситься до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки.

Основні споживачі – квартири.

Споживачів планується приєднати до енергосистеми напругою 0,22/0,4кВ, яку обладнано системами захисту та резервування і тому не має рівня припинення функціонування інших інженерних мереж інженерно-транспортної інфраструктури.

Встановлення електрообладнання 0,4кВ передбачається в ВРП-0,4кВ, РЩ-0,4кВ, ЩК-0,4кВ, ЩП-0,4кВ житлових будинків.

Житлові будинки не належить до об'єктів на яких можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії.

ВРП-0,4кВ, РЩ-0,4В, ЩК-0,22кВ, ЩП-0,4кВ житлового будинку відсутні будь які чинники, що можуть привести до появи сторонніх осіб поблизу струмопровідних частин електрообладнання.

Відмова ВРП-0,4кВ, РЩ-0,4В, ЩК-0,22кВ, ЩП-0,4кВ житлового будинку може привести до таких негативних наслідків:

- небезпека ураження людей електричним струмом, в межах охоронної зони, внаслідок відмови захисту;
- збитки від руйнування елементів та конструкцій КЛ-0,4кВ (втрата основних фондів);
- збитки від втрат готової промислової продукції (електроенергії) в результаті відключення трансформаторної підстанції.

Лінії електропередавання є лінійною спорудою і окремого будівельного майданчика не потребують.

3.3 Характеристика споживачів електричної енергії

На території комплексу основні споживачі електроенергії - 16 будинків (6 з яких 5-ти поверхові від 50-ти квартир, решта одноповерхові – таунхаузи) , шале (4-х поверхові) та насосна станція.

Таблиця 3.1 – Відомості про площі об'єктів електрифікації комплексу

Об'єкти ЖК	Житлові приміщення, м ²	Нежитлові приміщення		Технічні приміщення, м ²	Σ заг., м ²
		Офіси, м ²	Комори, м ²		
1	2	3	4	5	6
Будинок №1 (50 квартир)	2546	107	234	27	2914
Будинок №2 (50 квартир)	2546	120	230	27	2923
Будинок №3 (50 квартир)	2684	185	244	36	3149
Будинок №4 (120 квартир)	5725	62	558	55	6400
Будинок №5 (100 квартир)	5479	240	429	54	6202
Будинок №6 (92 квартир)	5488	211	453	54	6206
Таунхауз (10 будинків)	1450	-	-	-	1450
Шале (20 квартир)	1948	48	389	18	2403
Насосна станція	-	-	-	20	20
Σ	27866	973	2537	291	31667

3.4 Визначення категорії надійності електроспоживачів

Окремі споживачі житлового будинку (квартири, нежитлові приміщення) відносяться до III категорії надійності електропостачання. Для забезпечення

III категорії надійності електропостачання живлення житлового будинку збудована КЛ-0,4кВ, яка приєднана від РУ-0,4кВ ТП-10/0,4кВ №571, 867 до ВРП-0,4кВ №1 будинку, РЩ, житлових будинків, нежитлових та торгового приміщень.

Група споживачів будинку ЖК (Водомірний вузол, охорона, слабострумна шафа, загальне освітлення, електрообігрів будинку, офіси) та насосна станція відносяться до II категорії надійності електропостачання так як відсутність електроенергії може викликати значне погіршення якості життя мешканців. Аварійне освітлення та пожежна сигналізація відносяться до III категорії надійності електропостачання так як припинення роботи цих систем в надзвичайних ситуаціях може загрожувати безпеці та життю людини.

Будинки ЖК планується підключити до двох трансформаторних підстанцій одна з яких буде знаходитися за межами комплексу.

3.5 Загальні задачі формування системи обліку

Smart-лічильник має забезпечувати такі функції:

- облік електричної енергії по зонах доби;
- вимірювання параметрів мережі (напруга, струм, по кожній із фаз, тощо)
- захист від критичних коливань напруги;
- передача інформації енергокомпаніям.
- виведення на екран інформації про заборгованість
- Реле відключення споживача від мережі.

Система має забезпечувати такі функції:

- збір даних про енергоспоживання в напівавтоматичному та/або автоматичному режимах;
- автоматизований аналіз та виявлення випадків перевитрат;
- формування звітів для енергопостачальних організацій та керівних підрозділів;

- забезпечення цілодобового доступу всіх користувачів до Системи через вебінтерфейс;
 - цілодобовий контроль за роботою складових Системи, давачів аварій, несанкціонованого доступу, внутрішньої температури будівлі;
 - можливість опитувати кожний з зазначених вузлів обліку по запиту в режимі реального часу і за розкладом, визначеним диспетчером, спостерігати отриману інформацію за допомогою персонального комп'ютера та мобільних пристроїв, підключеного до мережі Internet та роздруковувати її;
 - можливість отримувати інтегральну інформацію по кожному вузлу обліку, об'єкту, групі об'єктів, а також по Системі в цілому щодо електроспоживання за годину, добу, місяць, рік або за необхідний період часу.
- Графічне і текстове відображення зазначених параметрів;*
- діагностика всіх складових Системи в режимі реального часу;
 - архівування даних з можливістю відновлення інформації в разі збою Системи;
 - візуалізація інформації у табличному та графічному виглядах;
 - надійне збереження та захист даних від несанкціонованого доступу

3.6 Оцінка показів та характеристик за якими має здійснюватися моніторинг в smart-системах

Невідповідність показників якості електричної енергії стандартним значенням мають негативні наслідки:

- збільшення втрат і споживання електричної енергії у системі електропостачання;
- суттєве зниження надійності основного електрообладнання;
- виникнення порушень у технологічному процесі;
- зменшення обсягу продукції, що виробляється на підприємстві.

Зниження процесу продуктивної роботи механізмів та погіршення якості продукції, що випускає підприємство. Показники якості з нормативними

значеннями згідно ДСТУ EN 50160:2014 споживаної електричної енергії повинна зі свого боку забезпечити організація, що постачає електроенергію споживачеві, а також при цьому забезпечити електромагнітну сумісність зі споживачами.

У нашій країні ДСТУ EN 50160:2014 є основним документом, що регулює показники якості електричної енергії.

У загальній кількості цих показників нараховується одинадцять, серед яких: відхилення частоти, відхилення напруги, несинусоїдальність напруги, не симетрія напруги, коливання напруги, провали напруги, короточасні перенапруги, імпульси напруги.

Якість електричної енергії - це ступінь відповідності фактичних значень параметрів електричної енергії встановленим ДСТУ EN 50160:2014 значенням, основні з яких наведено нижче у таблиці 3.2

Найменування показника	Допустиме значення показника	
	Нормальне	Граничне
Відхилення напруги	+ - 5	+ - 10
Доза флікера, відн.од.: короточасна тривала		1,38
		1,00
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги, % не більше	8	12
Коефіцієнт гармонійної складової напруги непарного (парного) порядку, %, не більше	5(2)	7,5(3)
Несиметрія напруги, %	2	4
Тривалість провалу напруги, с		30
Відхилення частоти, Гц	+ - 0,2	+ - 0,4

Таблиця 3.2 нормування показників якості електроенергії

Системи контролю якості електричної енергії здійснюють вимір показників якості електроенергії, що нормуються, обробляють результати,

накопичують та систематизують ці дані. Також здійснюється подальший звіт, на основі якого обираються заходи щодо підвищення якості електричної енергії.

3.7 Організація обліку електричної енергії

За вимогою постачальника електричної енергії має бути створена система обліку електричної енергії, яка передбачає врахування розподілу за різними видами споживачів.

Згідно до вимог ПАТ «Київобленерго», облік електричної енергії встановлюється на вводі в ВРП-0,4кВ. №1-№6 житлових будинків, за використанням лічильників електричної енергії трансформаторного включення, марки NIK 2307, 3х220/380В, 5(10)А, кл.т. 0,5 з наступними характеристиками:

клас точності за ДСТУ EN 50470-1 і ДСТУ EN 50470-3 - В

- вимірювання активної, реактивної енергії.
- багатотарифний;
- чотирьохпровідний;
- номінальна напруга 3х220/380 В;
- номінальний струм 5(10)А;
- частота 50 Гц;
- температурні умови експлуатації -40 до +55 °С;

Для обліку власних потреб житлових будинків, використовується лічильник електричної енергії прямого включення марки NIK 2307. 3х220/380В, 5(80)А, кл.т.1,0, встановленого у ВРП-0,4кВ, №1-№3:

- клас точності за ГОСТ 30207 і ДСТУ ІЕС 61036 - 1,0;
- вимірювання активної енергії;
- багатотарифний;
- чотирьохпровідний;
- номінальна напруга 380В;
- номінальний струм 5(80)А;

- частота 50 Гц;
- прямого включення

Концентратор даних буде встановлюватися на кожен будинок.

В ВРП-0,4кВ передбачається пломбування вимірювальних кіл підключення до лічильника автоматичного вимикача, трансформаторів струму та приладів обліку.

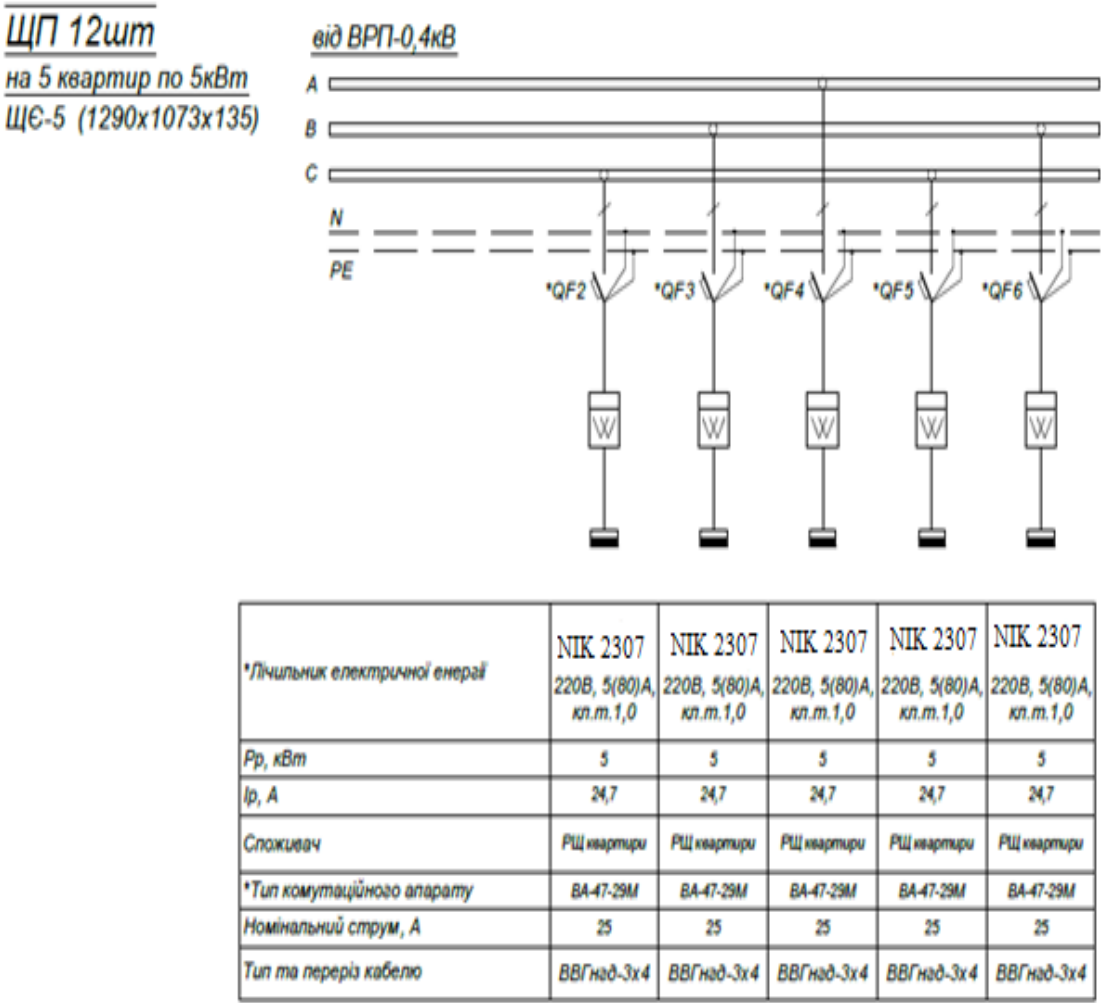


Рисунок 3.2 – Принципова схема поверхового щита

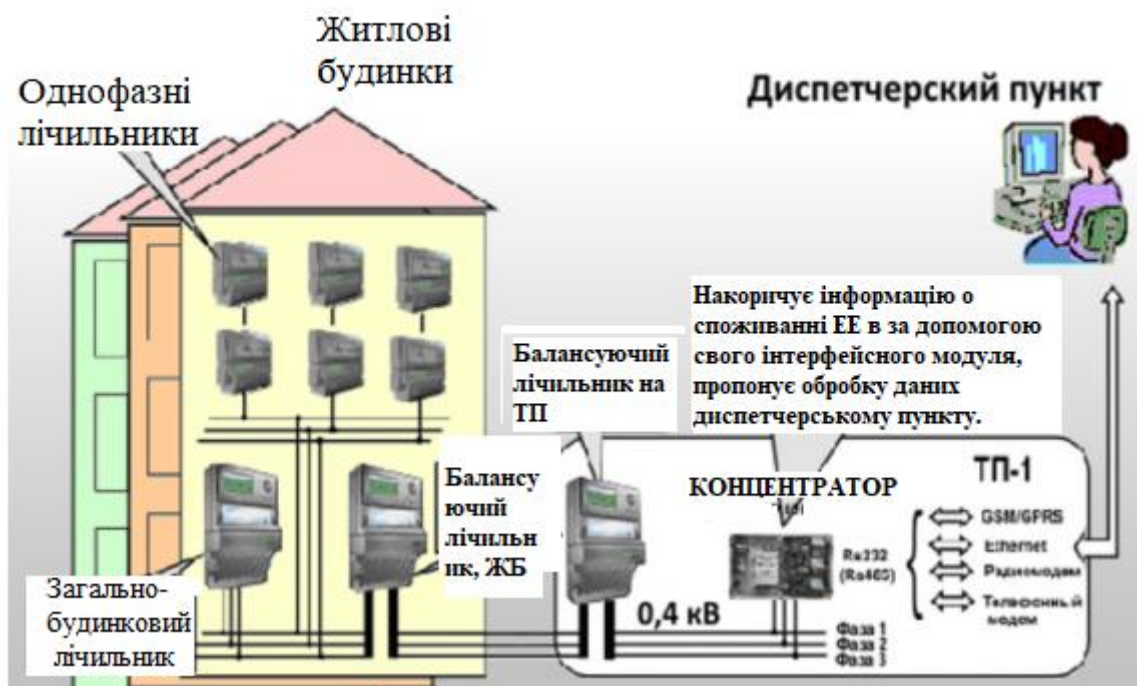


Рисунок 3.3 Загальна структура архітектури АСКОЕ на ЖК «Desna Residence»

3.8 Аналіз точності збору та передачі даних через PLC-канал

В даному випадку для збору даних використовується лічильник NIK - 2307. Повідомлення в систему передаються кожну секунду, затримка між транзакціями 35 мс, тайм-аут приймача 1,5 с.

Монтуємо лічильник та знімаємо початкові дані рис. 3.1



Рисунок 3.4- Зовнішній вигляд лічильника з показами на початку досліджу

Монтуємо навантаження та починаємо вести заміри через певні проміжки часу.



Рисунок 3.5- - Зовнішній вигляд лічильника з показами через 30 хв



Рисунок 3.6-Зовнішній вигляд лічильника з показами через 3 доби

На основі цих даних будує графік відповідності отриманих даних лічильника від часу.

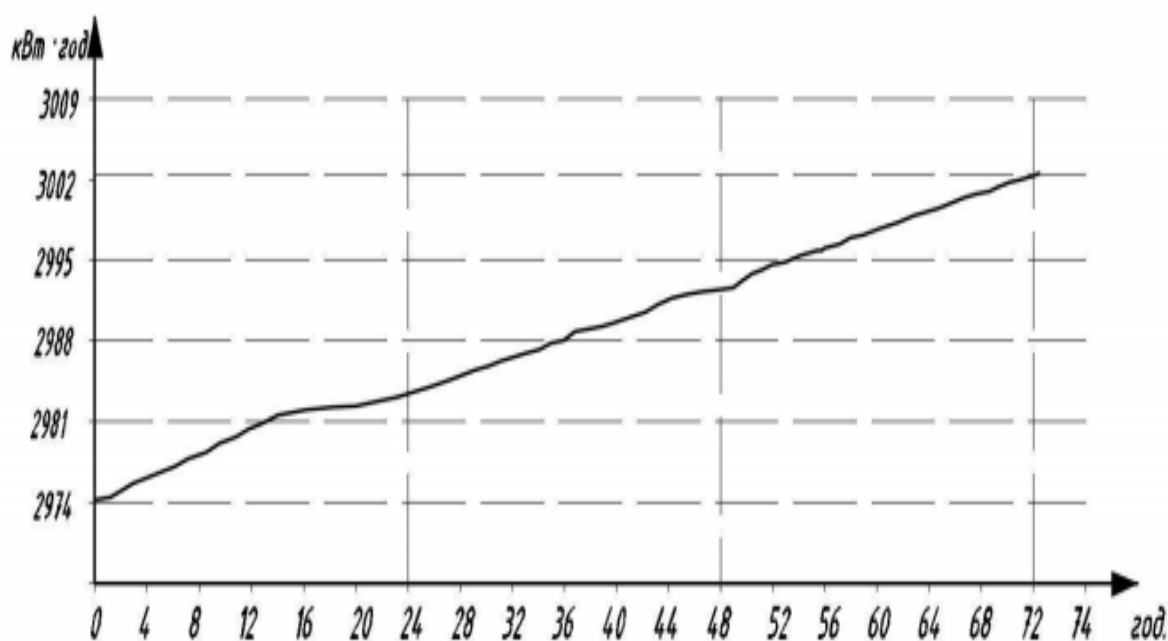


Рисунок 3.7 Графік показників лічильника

Даний графік вказує на те, що різниця між показниками дуже мала ($\pm 0,0003$ кВт*год).

Так як кількість імпульсів лічильника за 1 кВт*год становить 3200, то 1 імпульс рівний 0,3125 Вт*год.

Порівнявши дані з лічильника і ПК з інтервалом 30 хв та три доби отримуємо результат- дані співпадають, а отже при даних налаштуваннях затримка між обміном даних складає 35 мс, тайм-аут приймача 1,5 с. та дані синхронізуються вчасно.

3.9 Розрахунок вартості системи АСКОЄ для житлового комплексу «Desna Residence»

Створимо систему для обліку електричної енергії для житлових будинків № 1 - № 5, яка відповідатиме умовам якості ЕЕ, розрахунки наведено в табл.3.5

Таблиця 3.3-Техніко-економічні розрахунки впровадження АСКУЄ

Найменування	Кількість	Вартість одиниці грн	Вартість загальна, грн
Лічильник електричної енергії однофазний НІК 2104 з PLC модулем	462	2000	1040000
Лічильник електричної енергії НІК 2307	6	7000	42000
Концентратор АСКОЕ PLC-2	2	24000	24000
Шафи АСКОЕ	130	800	104000
Програмне забезпечення «Енергоцентр»	1	90000	90000
Налаштування та монтаж обладнання	1	20000	20000
		Загальна сума	1,320000

Як видно з таблиці 3.3 впровадження системи АСКУЄ є досить коштовним, але на даний час введення в експлуатацію будинку є не можливим без автоматизованого обліку електричної енергії. Якщо не дивитися на вартість, то система має тільки позитивні сторони такі як:

Для споживача ЕЕ:

1. автоматичний збір і зберігання даних з приладів обліку про спожиту електроенергію, потужності і про параметри мережі;
2. точний облік та контроль за споживанням енергоресурсів офісної будівлі;
3. моніторинг навантажень в режимі реального часу;
4. аналіз даних і можливість коригувати графік роботи обладнання в години пікових навантажень
5. автоматичне формування і відправка звітів в збутову організацію;
6. ведення журналу подій і забезпечення єдиного часу в системі обліку.

Для енергопостачальної організації:

1. Визначення та прогнозування всіх складових балансу електроенергії.
2. Організація погодинного обліку споживання електроенергії
3. Підвищення достовірності отриманих даних щодо обліку електроенергії, завдяки виконанню процедур верифікації даних та складання балансу електроенергії
4. Зниження комерційних втрат електроенергії за рахунок одночасного зняття показань лічильників.
5. Проведення розрахунків за отриману та відпущену електроенергію і потужність в умовах ОРЕ.
6. контроль за роботою обладнання, миттєве оповіщення про позаштатні ситуації

3.10 Вплив програм реагування попиту на криву попиту електричної енергії

Українська енергетична система за наявності маневрених потужностей є дефіцитною. Ця проблема стала більш гострою в умовах стрімкого розвитку побутового сектору з точки зору споживання електричної потужності та енергії рис. 3.5., 3.6

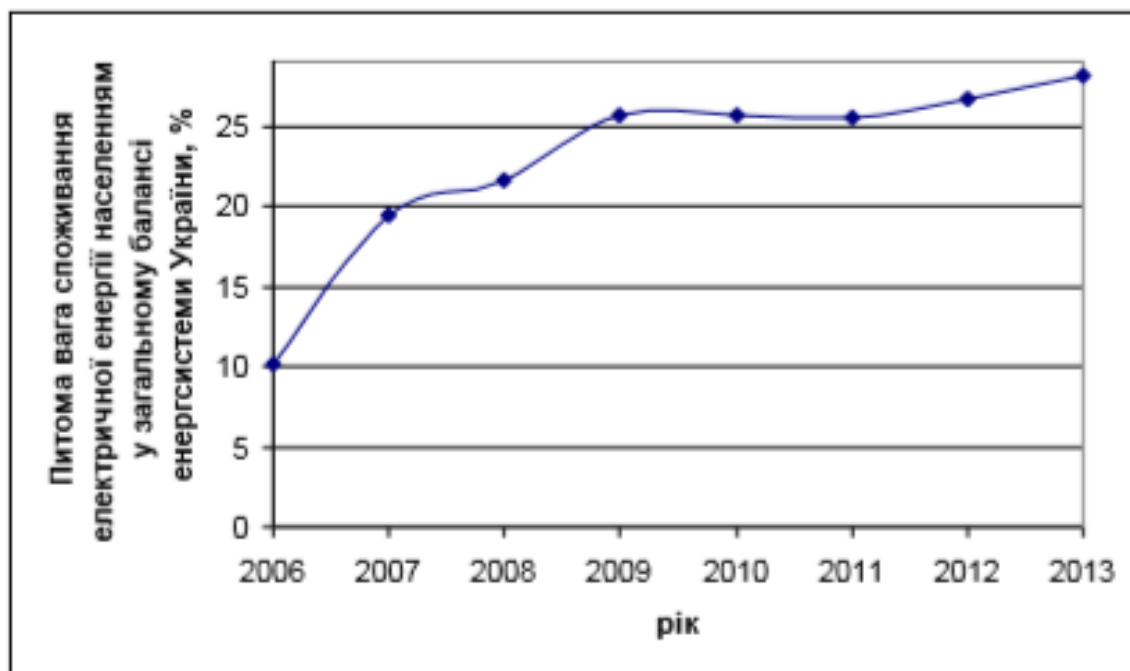


Рисунок 3.8-Динаміка зміни ваги населення у структурі ОЕС

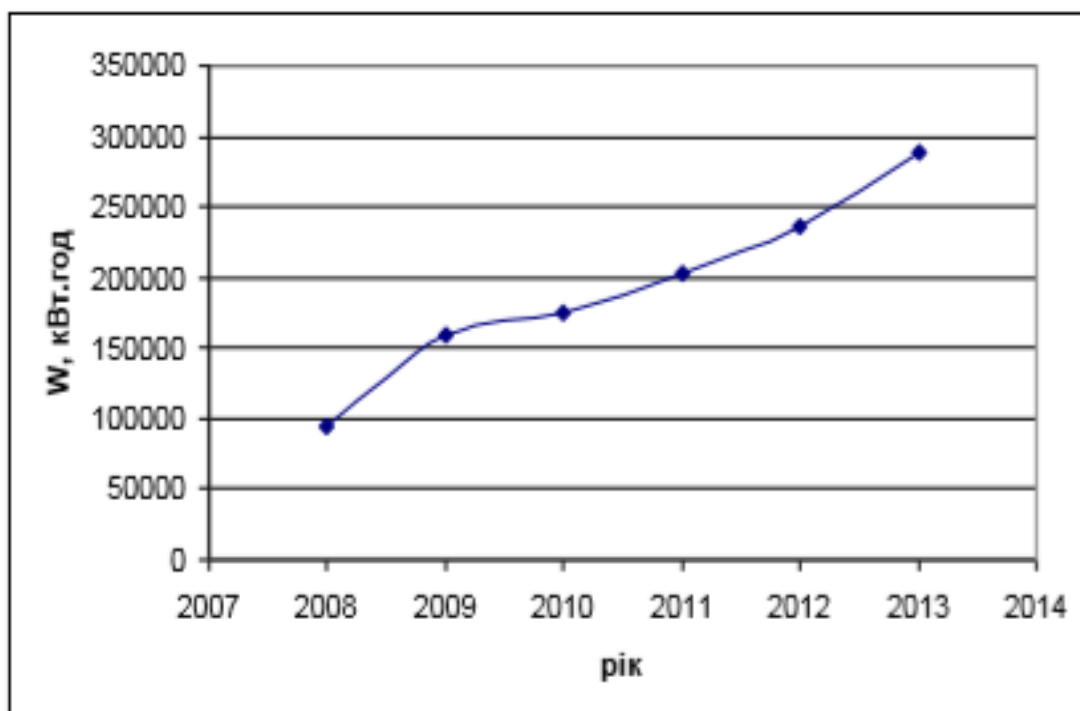


Рисунок 3.9 Динаміка змін споживання ЕЕ 8-ми поверховими будинками

Як було вказано у розділі 1, комунально-побутовий споживач є пасивним споживачем ЕЕ. Всі витрати, які обумовлені значною нерівномірністю бере на себе енергосистема. Для того щоб пасивний споживач перетворився на активного необхідна наявність фізичного ресурсу електроспоживачів, методів, засобів для керування та стимулу, як для енергосистеми так і для споживачів.

Сучасний Smart- лічильник має можливість одно, двох або трьох зонного споживання, що дозволяє економити значні суми. Розглянемо на прикладі, як це виглядає, та доведемо доцільність встановлення сучасного лічильника та системи обліку в цілому.

В першому розділі ми розглянули споживання однієї квартири рис.1.1, але воно не відображає повної картини навантаження на електричну мережу, тому проведемо дослід для 1000 аналогічних споживачів рисунок 3.5. Збільшення споживання ЕЕ не дасть правдоподібних результатів, тому що час роботи електроприймачів у кожного споживача може бути різним.

Для визначення часу роботи використаємо теорію ймовірності, тому що кожен з приладів має декілька варіантів початку та кінця роботи. Визначення такого у загальному випадку використовується випадкова величина, яка розподілена за нормальним законом розподілу.

Можна визначити наявність реакції споживачів на зміну ціни на ЕЕ.

В даному досліді зміщувати навантаження будемо у: сушці для одягу, посудомийній та пральній машині.

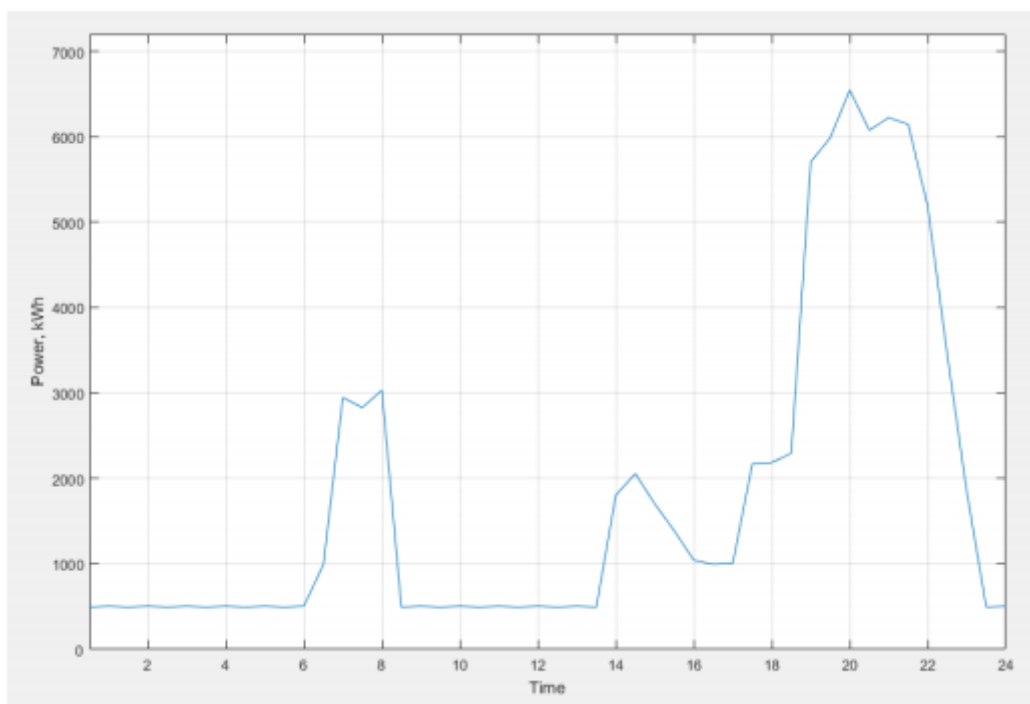


Рисунок 3.10 – Графік навантаження для 1000 споживачів

Наприклад, час роботи для пральної машини становить 20:30, час завершення 5:00, тривалість роботи 3 години, споживана ЕЕ становить 2 кВт.

Створимо стимул заміщення навантаження та приймемо залежність ціни за ЕЕ від навантаження в певний момент часу. Для обчислення приймаємо, що ціна

$$Pr = p^2,$$

Де p -навантаження в певний проміжок часу, кВт.

Результати дослідів проведемо в програмному забезпеченні MatLab відображені на рисунку 3.6. Відзначимо, що сума спожитої енергії в обох

дослідах є однаковою і становить 43050 кВт*год. А вартість відрізняється суттєво:

$$P_{sum} = \sum_{i=1}^n Pr_i \cdot p_i,$$

Де, і,n-відповідний часовий інтервал.

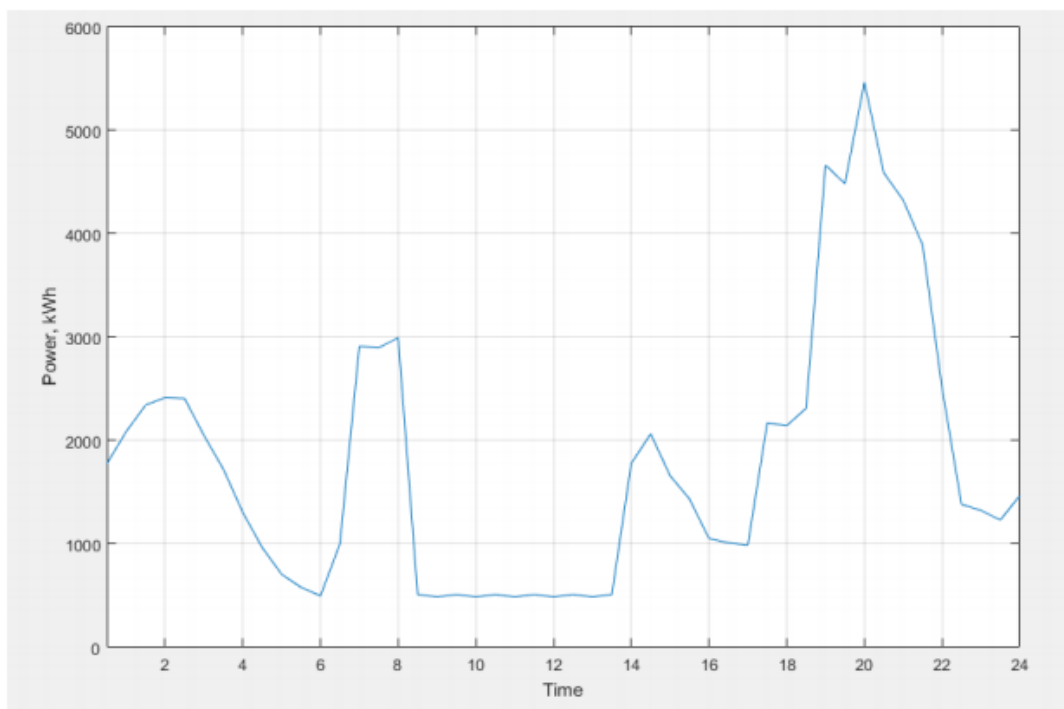


Рисунок 3.11 – Графік навантаження після зміщення роботи електроспоживачів

Аналізуючи два випадки електроспоживання, коли споживач не зміщує споживання вартість електроенергії становить $8,5 \cdot 10^{11}$ умовних одиниць. У випадку із зміщенням споживання ЕЕ, сумарна вартість склала $4,5 \cdot 10^{11}$, що в два рази нище чим у першому випадку. Також варто відзначити результат моделювання зображеного на рисунку 3.6. Помітні піки навантаження в ранкові і вечірні години, але вони значно нищі чим попередні. Споживання в нічні години значно виросло, що свідчить про вдалий та ефективний результат керування попитом.

Висновки за розділом

В даному розділі було проведено огляд вимог до якості ЕЕ, визначено основні критерії яким мають відповідати системи обліку та лічильники.

Впроваджено систему АСКОЕ для житлового комплексу «Desna Residence», на основі якої охарактеризовано переваги які отримують споживачі та постачальники електричної енергії.

Було виконано моделювання споживання електроенергії домогосподарством та 1000 домогосподарств, використовуючи нормальний закон розподілу для прогнозування часу роботи пристроїв . Проаналізовано вплив зміщеного навантаження на вигляд кривої енергоспоживання. Основним показником для порівняння отриманих результатів була вартість електричної енергії, як квадратична функція від навантаження та коефіцієнти нерівномірності, заповнення та максимуму. Слід відзначити, що симуляції виконувалися значну кількість разів, проте результати були практично ідентичними.

Отже:

1. За допомогою нормального закону розподілу досить точно можна змоделювати поведінку споживачів.
2. Зміщення навантаження вдвічі знижує вартість електричної енергії

4 СТАРТАП-ПРОЕКТ

4.1 Опис ідеї проекту

Проектна ідея зосереджена у впровадженні пристрою на базі платформи Arduino, щоб проводити аналіз даних з лічильників еє, використовуючи оптичний порт, з метою подальшої фіксації інформації, зберігання та передачі її такими каналами: Ethernet, RS485, WIFI та Bluetooth. Застосування цього приладу передбачає підвищення показників надійності, точності зв'язку, простоти та ергономічності використання.

Описова частина ідеї стартап-проекту, що розкриє цілісне уявлення про суть та можливі базові потенційні ринки збуту, у межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів, оформлена у таблицю 4.1 [32].

Таблиця 4.1 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигода для користувача
<p>Пропонується ідея зі створення пристрою на базі платформи Arduino для аналізу електронних лічильників через оптичний порт. У подальшій роботі Відбувається накопичення і передача інформації на сервер через інтерфейси RS485 та Ethernet, WI-FI i Bluetooth.</p>	1. Засоби для збору показів споживання енергії	Резервне автоматичне зберігання інформації
	2. Засоби для синхронізації даних лічильників та сервера	Можливість переглянути, у подальшому проаналізувати синхронізовану інформацію на сервері
	3. Засоби для синхронізації даних з мобільним додатком	Можливість за допомогою програми на планшеті чи смартфоні переглядати статус лічильника, особливості тарифів, актуальні покази споживання енергії, проводити налаштування параметрів моніторингу електроенергії.

Окреслений чіткий перелік високих, низьких та нейтральних характеристик, та властивостей ідеї потенційного методу є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

У нашій державі поки що відсутній конкурент, що створює подібний прилад, оскільки такий тип оптичного опитування поширений тільки для статичного методу, а налаштування електронного лічильника відбувається виключно обслуговуючим персоналом.

4.2 Технологічний аудит ідеї проєкту

У рамках цього підрозділу проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проєкту (послідовність етапів для реалізації комплексного підходу).

Для того щоб визначити технологічну здійсненність ідеї проєкту, треба проаналізувати складові, внесені у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Технологічна здійсненність ідеї проєкту

№	Ідея проєкту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Визначення за допомогою програмного забезпечення статистики енергоспоживання за певний період часу	Oracle MySQL	наявна	доступна

Продовження таблиці 4.2

2	Встановлення сокета на обліковий пристрій для подальшого закріплення лічильника	Roxipol Tape	наявна	доступна
3	Використання відкритої платформи для розробки Arduino IDE	Arduino Uno	наявна	доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проєкту: Oracle MySQL				

База даних MySQL – одна з найпопулярніших у світі баз даних, що працює за допомогою відкритого коду. Завдяки своїй високій репутації, надійності, зручності використання база даних MySQL найбільш часто застосовується для створення та налагодження роботи веб-додатків. Крім того, її доволі часто вибирають у вигляді вбудованої бази даних, яка розповсюджується значною кількістю постачальників програмного забезпечення і виробників обладнання.

Епоксидне зварювання Roxipol Tape – один з найбільш міцних і сучасних стрічкових клеїв з довгим експлуатаційним ресурсом, що використовується для склеювання різних видів матеріалів, зокрема: металевих деталей та дерева, бетону та мармуру, пластику та пластмаси, скла, каменю, порцеляни та інших матеріалів, які важко склеїти іншими засобами. Цей склеюваний матеріал виготовлений у вигляді стрічки всередині якої знаходиться епоксидна смола з затверджувачем. З обох боків стрічка оформлена захисною плівкою, яка захищає затверджувач від окислення під дією повітря. Якщо зняти цю плівку, виникає хімічна реакція між затверджувачем і епоксидною смолою, у результаті чого речовина полімеризується та застигає.

Arduino – плата невеликих розмірів з власним процесором і вбудованою пам'яттю. На ній розташовано декілька контактів, до яких можна підключати різноманітні компоненти: мотори та роутери, датчики та лампочки, периферію для передачі даних і магнітні дверні замки – фактично усі апарати, що працюють від електричного струму. У процесор Arduino можна завантажити програму, яка буде управляти цими пристроями за попередньо заданим алгоритмом. Існує широка лінійка різновиду платформ модельного ряду Arduino, зокрема: Arduino Leonardo, Arduino Uno, Arduino Mini, Arduino Nano, Arduino Mega та інші.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту

Моніторинг ринкового середовища: оформлення у таблицю факторів, що сприяють ринковому впровадженню проєкту, та тих, що перешкоджають це зробити. Усі фактори перераховані у таблицях 4.3 і 4.4 відповідно [23].

Таблиця 4.3 - Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Складне економічне становище абонентів	Брак коштів для реалізації проєкту	Зниження ціни
2	Конкуренція	Створення аналогічного обладнання	Зниження ціни

Таблиця 4.4 - Фактори можливостей

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Підвищення точності передачі даних, забезпечення стабільного зв'язку	Створення і модернізація завдань для вирішення, розширення функціональності	Реклама продукту

Фінальним етапом аналізу ринкової ситуації можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (назва у вигляді аббревіатури представлена першими літерами ключових умов). Він оформлений у вигляді матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities). SWOT-аналіз продемонстрований у таблиці 4.5.

Перелік ринкових загроз та можливостей формується на базі аналізу факторів загроз та факторів можливостей, які існують у маркетинговому середовищі. Ринкові загрози і можливості – це наслідки, прогнозовані результатами впливу факторів, і, на противагу останнім, ще не реалізовані на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Наприклад, зниження доходів потенційних абонентів – фактор загрози, на основі якого можна спрогнозувати посилення важливості цінового фактора при виборі товару та окрім того, – цінової конкуренції, що сама по собі виглядає як ринкова загроза. Підсумовуючи переваги та недоліки цього проєкту, слід зробити акцент на альтернативі ринкового впровадження.

Таблиця 4.5 SWOT- аналіз стартап-проєкту

<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наразі проєкт немає конкурентних аналогів; - зручність встановлення та користування; - автоматичний контроль та моніторинг стану електроспоживання за допомогою гаджету. 	<p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - економічний стан у країні; - низька поінформованість покупців; - низькі витрати на рекламу; - загрози нестабільної роботи через те, що продукт є абсолютною новинкою.
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - підвищення точності та якості передачі інформації; - подешевшання пристрою; - розширення каталогу продукції; - збільшення асортименту послуг. 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - складний економічний стан потенційних покупців; - поява конкурентних продуктів. - зниження попиту.

4.4 Розроблення ринкової стратегії проєкту

Враховуючи те, що треба зосередитися на одному сегменті, то стратегія проєкту обрана як концентрована. У цій ролі обрано стратегію диференціації, що передбачає надання товару необхідних з точки зору клієнта важливих властивостей, що роблять його впізнаваним серед товарів конкурентів. Така відмінність може формуватися на об'єктивних чи суб'єктивних, відчутних і невідчутних властивостях товару, бути уявною чи реальною. Ринкове позиціонування – це інструмент упровадження стратегії диференціації.

У втіленні ринкової стратегії першим етапом передбачене визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових аудиторій потенційних споживачів. Вибір таких груп наведений у таблиці 4.6 [24].

Таблиця 4.6 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність сприйняття споживачем товару	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Компанії, що постачають енергію абонентам	Часткова готовність	Достатній	Слабка	Складно
2	Інвестори	Часткова готовність	Достатній	Слабка	Складно
3	Державні органи влади	Часткова готовність	Достатній	Слабка	Складно
Які цільові групи обрано: компанії, що постачають електроенергію					

Оскільки пристрій зосереджується на одному сегменті зчитування та передачі даних, ключовою треба обрати стратегію концентрованого маркетингу. У цьому випадку реалізуються заходи для формування попиту (інструктаж споживачів щодо користування товаром, формування постійного попиту, збільшення споживання).

Така стратегія працює тільки на початкових стадіях життєвого циклу товару, коли попит ще низький, тільки формується, а взаємний тиск конкурентів ще не достатньо потужний. У подальшому фірмі конкурентів необхідно впроваджувати оборонну або стратегію нападу у своїй діяльності.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Маркетингова модель товару може бути представлена так: за задумом товар – це пристрій, який закріплюється на електронному лічильнику і шляхом

передачі даних через оптичний інтерфейс, синхронізує інформацію енергоспоживання між сервером та смартфоном (планшетом).

Товар у реальному виконанні передбачає такі характеристики:

- номінальна напруга живлення 5 В;
- номінальний струм споживання до 150мА;
- ступінь захисту IP 57;
- наявність автономного живлення у вигляді Li-ion акумулятора, щоб забезпечувати безперервний обмін даними;
- інтерфейс передачі даних: Ethernet(RJ45), Wi-Fi, RS485, RS232, Bluetooth, оптичний порт;
- зовнішня тактова кнопка для сполучення пристрою з Wi-Fi мережею, або смартфоном через Bluetooth;
- відповідні сертифікати та стандарти.

Товар із підкріпленням передбачає послуги щодо монтажу, сервіс у налаштуванні та обслуговуванні. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару сформовано у вигляді таблиці 4.7 [25].

Таблиця 4.7 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (ті, що реально існують, або такі, що потрібно створити)
1	Надійність та захищеність	Індивідуальний доступ для кожного абонента	Індивідуальний частковий доступ
2	Повнота даних	Аналіз інформації з кожного лічильника	Повнота даних по енергоспоживанню

Продовження таблиці 4.7

3	Достовірність, точність даних	Інформація отримана від інформаційних блоків засобів	Інформація є достовірною
4	Підтримка та оновлення	Створення і оновлення можливостей, розширення функціоналу	Врахування індивідуальних побажань клієнтів для кожного пристрою

Концепція, згідно з якою компанія ретельно обмірковує і координує роботу своїх численних каналів комунікації, отримала назву маркетингової комунікації. Принцип її роботи продемонстровано у таблиці 4.8. Це робиться для того, щоб виробити чітке, послідовне і переконливе уявлення у клієнта про продукт. Для цього стратегія має бути спрямованою на інформування, переконання, нагадування абонентам та ринку про продукт і діяльність зокрема [26].

Таблиця 4.8 - Концепція маркетингової комунікації

Цільові групи	Канали комунікації, якими користується цільова аудиторія	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Електропередавальні компанії	Інтернет	Надійність, повнота даних	Зацікавити, мотивувати клієнтів	Зручність, надійність, достовірність
Інвестори	Інтернет	Надійність, повнота інформації	Зацікавити клієнтів	Практичність, надійність, достовірність

Продовження таблиці 4.8

Державні органи влади	Інтернет	Надійність, точність інформації	Зацікавити клієнтів	Зручність, надійність, достовірність
-----------------------	----------	---------------------------------	---------------------	--------------------------------------

Висновок до розділу

1. Розроблено стартап-проект, ідея якого полягає у впровадженні та економічному обґрунтуванні підвищення надійності розподільних мереж, зокрема у комплексному підході, що направлений на використання компаніями, які постачають енергію або клієнтами, які використовують ці технології для енергозабезпечення своїх потреб.

2. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту показав – цей продукт вразливий до потенційних загроз, зокрема слабка купівельна спроможність абонентів та посилена конкуренція, проте цим загрозам можна ефективно протистояти, якщо зменшити вартість на продукт.

3. У рамках дослідження встановлено: найбільший попит серед всіх цільових груп матимуть компанії, що передають електроенергію.

4. Огляд показав: бар'єром для впровадження стартап-проекту є готова технологія для передачі даних від лічильника до серверів енергопостачальників.

5. Аналіз підтвердив, що доцільно у подальшому імплементувати проект шляхом його доступної ціни, різноманітних інтерфейсів зв'язку, практичності використання, точності зберігання та передачі показників електроспоживання і налаштування пристрою.

ВИСНОВОК

1. Проаналізовано комунально-побутового споживача, визначено його недоліки та проблеми, запропоновано методи вирішення.
2. Розглянуто методи та засоби підвищення енергоефективності за рахунок організації автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії. Розглянуто основні засоби з оптимізації споживання енергетичних ресурсів та проаналізовано основні фактори які впливають на прогнозування.
3. Проаналізовано програмні комплекси побудови автоматизованої системи обліку, розглянуто загальні вимоги програмного забезпечення АСКОВЕ.
4. Для обраного об'єкта була побудована автоматизована система обліку, завдяки якій з'явилася можливість вести облік ЕЕ для кожної групи електроспоживачів, що дало можливість регулювання диспетчерських графіків для вирівнювання загального графіка електронного вантаження
5. Розроблено стартап-проект, ідея якого полягає у впровадженні та економічному обґрунтуванні підвищення надійності розподільних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Історія створення лічильника Електронний ресурс:
2. Історія компанії НІК Електронний ресурс:
3. Плачкова С.В. «Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі» »: [електронне видання] /2015 (дата звернення: 7.12.2020)
4. Коцар О.В. Застосування АСКОВЕ для керування режимами електроспоживання в умовах функціонування ринку двохсторонніх договорів та балансуєчого ринку // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. Видання наукове. – Київ, 2010 «Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии бытовых потребителей на основе PLC-технологий» веб-сайт. URL: https://sistema_telegestore (дата звернення: 1.06.2019).
6. Тубинис В. Управление электропотреблением Электронный журнал энергосервисной компании / «Экологические системы» ЭСКО // Режим доступа:
7. Черемісін М. М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням: Посібник для вищих навчальних закладів. – Харків: Факт,
8. «Структура АСКОВЕ, засоби та способи зв'язку що забезпечують
9. Цілі сталого розвитку: Україна. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України : офіц. веб-сайт. URL: (дата звернення: 18.03.2020).
10. Пилипенко Г.В. Выбор оптимальной системы оперативнорегулирующего управления электростанции // Энергетик. – 2008. – № 10.

11. Кычкин А.В., Микрюков Г.П. Метод обработки результатов мониторинга группы энергопотребителей // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2016. – № 6

12. Кычкин А.В., Микрюков Г.П. Метод обработки результатов мониторинга группы энергопотребителей // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2016. – № 6.

13. Волобринский С.Д., Гельфарб А.И., Михайлов А.К. Определение фактических удельных расходов электроэнергии и прогнозирование электропотребления при многономенклатурном производстве Текст. // Промышленная энергетика. 1970. - № 5

14. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016..

15. Ришко Б. Розроблення системи автоматизованого збору, оброблення та аналізу даних на основі технологій Big Data [Текст] / Б. Ришко, П. Катін // Інфокомунікаційні системи та технології. – 2018. – № 2(2). – С. 37-41.

«Технічні вимоги до автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії на о

б 18. Коцарь О.В «Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням »: [електронне видання] /2017. (дата звернення: 1.06.2019).

є 19. Сценарний аналіз як системна методологія передбачення / М.З. Вгуровський // Систем. дослідж. та інформ. технології. — 2002.

т 20. Майсак О. С. SWOT-аналіз: об'єкт, фактори, стратегії. Проблема пошука зв'язей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2013.

Левичев П.И. Энергетический менеджмент. — Владимир, 2002.

Monitoring / Genghuang Yang, Feifei Wang, Shigang Cui, Li Zhao // Advances in Electronic Engineering, Communication and Management. Vol. 2: Lecture Notes in Electrical Engineering. – 2012.

у

т

23. Зуева В.Н., Никитина Ю.Ю. Анализ методов прогнозирования графиков нагрузки электрооборудования / В.Н. Зуева, Ю.Ю. Никитина // Сборник докладов победителей и лауреатов XXII студенческой научной конференции АМТИ 2016.

24. Зуева В.Н., Белозерская Т.Ю. Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе / В.Н. Зуева, Т.Ю. Белозерская // Научнометодический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 8. С. 116-120.

25. Праховник А.В., Коцар О.В. Формування інформаційного забезпечення розрахунків за електричну енергію в умовах запровадження перспективних моделей енергоринку України // Енерг. и електрифікація, 2009

26. Системи енергоменеджменту та їх математичне забезпечення: навч. посібник / Г. Г. Півняк, С. І.

ДОДАТКИ

Додаток А Стаття «Особливості формування системи обліку для активного споживача на ринку електричної енергії»



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
"КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту



МАТЕРІАЛИ
ХІІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ІНСТИТУТУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА
ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

ЕНЕРГЕТИКА. ЕКОЛОГІЯ. ЛЮДИНА

(ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ)

7-8 травня 2020 року

Київ 2020

УДК 621.311

Галушко Г.О.

Науковий керівник: Замулко А.І. к.т.н., доцент
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
КПІ ім.Ігоря Сікорського

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ДЛЯ АКТИВНОГО СПОЖИВАЧА НА РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

У даній статті розглянуто особливості формування системи обліку для активного споживача. На основі аналізу ринку України було сформовано перелік виробників лічильників та спеціальних програм для управління.

Ключові слова: енергетика, лічильник, мережа, автоматизована система комерційного обліку електричної енергії

FEATURES OF FORMATION OF THE ACCOUNTING SYSTEM FOR THE ACTIVE CONSUMER IN THE ELECTRICITY MARKET

In this representation features of creation of the systems used for the active consumer were used. It was convenient for our Ukrainian business to transform manufacturers of meters and specialized management programs.

Key words: energy, meter, measure, automated system of commercial electricity metering.

Вступ

Розвиток та удосконалення систем обліку електричної енергії є однією з задач розвитку сучасної електроенергетики. Це надає можливість для впровадження новітніх тарифів та контролювання потоків енергії без великих втрат. Впровадження нових систем обліку дозволить своєчасно виявляти крадіжки електричної енергії у побутового споживача.

На сьогодні побутовий споживач є однією з найбільших проблем не лише України, але і світу. У зв'язку з прийняттям закону про ринок електричної енергії, стало потрібним його контролювати та прогнозувати споживання, а також стимулювати до активної участі на ринку.

Мета та завдання

Метою даної статті є аналіз особливостей систем обліку електричної енергії для активного споживача. Підвищення ефективності функціонування систем обліку електричної енергії, шляхом впровадження сучасних засобів управління ними в умовах ринку електричної енергії.

Для досягнення поставленої мети необхідно проаналізувати: основні характеристики споживачів електричної енергії, а також розглянути основні можливості існуючих систем АСКОЄ

Матеріал і результати досліджень

Однією з характерних особливостей функціонування електричних систем є те, що кількість виробленої енергії завжди дорівнює кількості спожитої, тобто в кожний момент часу існує точний баланс для активної та реактивної енергії і потужності. Транспортування і перетворення електричної енергії завжди відбувається з втратами самої енергії. На тлі змін, що відбуваються у господарському механізмі енергетики проблема зниження втрат електроенергії в електричних мережах не тільки не втратила своєї актуальності, а навпаки

висунулася в одне із завдань забезпечення фінансової стабільності енергопостачальних організацій. Обсяг втрат електроенергії в електричних мережах – найважливіший показник економічності їх роботи, наочний індикатор стану системи обліку електроенергії, ефективності енергозбутової діяльності енергопостачальних організацій. Найбільші втрати відбуваються в побутового споживача, щоб їх знизити активно впроваджують автоматизовані системи обліку, та заохочують шляхом пілг, тарифів до активної участі на ринку.

Активний споживач - це споживач, який реагує та впливає на ринок електроенергії через систематичні дії та реакції, які націлені на оптимізацію витрат і збільшення власного та колективного прибутку. Пристосування до миттєвих цін на ринку та можливість керувати навантаженням для стабілізації графіка добового споживання є одними з найважливіших стимулів до розвитку активних споживачів та формування мікро мереж.

Критичним фактором перетворення звичайного споживача на активного є явні прибутки що випливають з такого перетворення. Споживачі мають зрозуміти цінність нових технологій та заходів хотіти змінити свою поведінку і платити за продукти та послуги які нові учасники ринку можуть запропонувати в рамках інтелектуальних мереж.

Перевагами активного споживача над пасивним є:

- можливість самостійно генерувати енергію, що дозволяє забезпечувати більший рівень самостійності;
- можливість отримувати прибуток від продано надлишкової енергії;
- оптимізація використати енергії в залежності від миттєвих цін;
- підвищення рівня надійності енергопостачання та якості електроенергії в системі;
- пристосувати до графіка добового споживання електричної енергії, через використання систем керування навантаженням, що дозволяє без створення незручностей для споживачів та суттєвої зміни графіка споживання позитивно впливати на мережу;
- вирівнювання та оптимізація графіка споживання

У взаємодії технологій інтелектуальних мереж, систем керування навантаженням, джерел розосередженої генерації активні споживачі можуть отримувати різного роду вигоди. Рівень активної участі споживачів і мета взаємодії з гравцями ринку залежать від різних персональних, поведінкових і контекстуальних характеристик споживачів. Серед найважливіших характеристик є:

- бажання бути енергонезалежним;
- гнучкість (можливість пристосування власного попиту на електроенергію та пропозиції виробленої енергії джерелах власної генерації);
- створення нового ринку енергії, орієнтованого на активного споживача може принести численні прибутки як для кінцевих користувачів, так і для суспільства;
- зменшення споживачів в мережах, які знаходився далеко від генеруючих потужностей, як наслідок - зменшення втрат в мережах;
- більш повне та прозоре інформування споживачів про стан споживання та плату за електроенергію;
- прибуткова участь на ринку електроенергії через компанії, що займаються керуванням потоками енергії, отриманої від джерел розосередженої генерації та комплексів активних споживачів;
- ефективніше споживання енергії;
- заощадження електроенергії;

Дане забезпечення вище наведених можливостей активних споживачів, стало можливим з розвитком сучасних комплексів АСКОЕ. Отже розглянемо системи АСКОЕ, з урахування потреб активного споживача електроенергії.

На ринку України досить велика кількість системи обліку:

1. EMH – Система «RACONET»
2. Landis + Gyr

3. TeleTec – Система Matrix
4. ADD Energy – система ADDAX- AM
5. Nik- NovaSyS

Найбільш поширеною системою в Україні являється продукція компанії «НИК», та їх програмне забезпечення NovaSyS.

Дана Система створена для вирішення існуючих і знову виникаючих завдань в сучасних умовах енергоринок:

- ліквідація безоблікового споживання електроенергії побутовим сектором;
- контроль побутових мереж для виявлення несанкціонованого забору електроенергії;
- моніторинг споживання і своєчасної оплати побутового споживання електроенергії;
- регулювання споживання електроенергії шляхом відключення боржників від електромереж;
- складання балансу електроенергії по районах, підстанцій, будинкам;
- планування енергоспоживання в мережах власника електроенергії;
- здешевлення і «полегшення» конфігурацій систем збору, зберігання та передачі комерційних даних про споживання електроенергії на верхній рівень.

Система NovaSyS, розроблена компанією «НИК», вирішує дані задачі шляхом реалізації наступних можливостей:

- збір даних обліку електроенергії з лічильників за наступними каналами зв'язку: Ethernet, PLC, радіоканал;
- можливість збору даних без втрати точності показань незалежно від поверховості будинків та кількості споживачів в ньому;
- дистанційний моніторинг балансу;
- наявність у використовуваній апаратурі незалежної пам'яті, що фіксує всі несанкціоновані впливи на систему збору даних;
- віддалене управління підключенням / відключенням абонентів до / від електромережі;
- можливості безмежного розширення мережі опитування.

Висновки

Вище наведені системи обліку зручні та вигідні для всіх учасників ринку. Дані системи робить облік електроенергії не тільки простим, але й економічним. PLC зв'язок в режимі реального часу дозволяє зчитувати дані. Впровадження системи не потребує додаткових витрат на прокладку та захист лінії зв'язку, а лічильники електроенергії готові до роботи уже спочатку включення в мережу. Контролеру даних постачальника більше не потрібно доступу до приміщення де встановлений прилад обліку, інформація з лічильника автоматично, або по запиту передається на необхідний рівень АСКД розташований в енергокомпанії. Використання даної системи обліку значно збільшує точність обліку а значить і точність розрахунку за відпущеною електроенергією. Використання PLC технології дозволяє швидко виявити непрацюючі лічильники, а значить запобігати витратам енергії.

Додаток Б Стаття «Стан приладів обліку у споживачів ліцензіатів станом на 01.01.2019

№	Ліцензіат	Споживачі	Мережа живлення	К-сть точок обліку всього	К-сть безоблікових точок обліку, шт.	Усього на баланс	Індукційні лічильники	Електронні лічильники з класом точності 2,0 та 1,0 і вище	Електронні лічильники, обладнані системою дистанційного збору інформації	Електронні лічильники, підключені до АСКОЕ	Електронні лічильники, двозонні, усього	Лічильники двозонних, лічильників по яких фактично здійснюються розрахунки за тарифами, диференційованими за періодами часу	Електронні лічильники, тризонні, усього	Тризонні лічильники, по яких фактично здійснюються розрахунки за тарифами, диференційованими за періодами часу	Кількість лічильників, (індукційних та електронних) що підлягали заміні усього станом на 01.01.2019, шт.
1	ДПЕМ-ПрАТ "Атомсервіс"	Суб'єкти господарювання	1 фаза	1-754,00	1-232,00	522	11	511	0	0	0	0	0	0	0
			3 фаза	912,00	0,00	912	17	895	0	15	0	0	15	15	24
		Міське та сільське населення	1 фаза	14-711,0	0,00	14-711	727	13-984	1-630	0	2-144	1-923	4	4	833
			3 фаза	496,00	0,00	496	3	493	0	14	102	102	21	21	0
		Усього	1 фаза	16-465,00	1-232,00	15-233	738	14-495	1-630	0	2-144	1-923	4	4	833
2	АТ "Вінницяобленерго"	Суб'єкти господарювання	1 фаза	23-211	2-387	20-824	570	20-254	64	64	434	434	248	248	1-081
			3 фаза	27-007	0	27-007	783	26-224	2-131	2-131	333	333	1-262	1-262	2-296
		Міське та сільське населення	1 фаза	731-759	498	731-261	237-650	493-611	45-634	45-634	22-995	22-995	2-398	2-398	20-382
			3 фаза	43-245	0	43-245	16-494	29-564	3-851	3-851	6-783	6-783	7-261	7-261	9-351
		Усього	1 фаза	754-970	2-885	752-085	238-220	513-865	45-698	45-698	23-429	23-429	2-646	2-646	21-463
3	ПрАТ "Волинське обленерго"	Суб'єкти господарювання	1 фаза	12-592,00	119,00	12-473	2-258	10-215			21	21	114	114	1-795
			3 фаза	21-366,00	1,00	21-365	4-523	16-842			108	108	433	433	2-955
		Міське та сільське населення	1 фаза	308-549,00	0,00	308-549	32-823	275-726			4-469	4-469	143	143	32-868
			3 фаза	65-160,00	0,00	65-160	18-826	46-334			4-481	4-481	653	653	15-497
		Усього	1 фаза	321-141,00	119,00	321-022	35-081	285-941	0	0	4-490	4-490	257	257	34-663
4	АТ "ДТЕК-Дніпровське електромережі"	Суб'єкти господарювання	1 фаза	81-840	44-801	37-032	1-055	35-984	4-096	0	0	0	0	0	859
			3 фаза	58-848	0	58-855	345	58-503	8-841	2-029	0	0	0	0	4-237
		Міське та сільське населення	1 фаза	1-416-336	23	1-415-313	27-734	1-388-579	243-275	0	177-531	177-531	1-830	1-830	13-708
			3 фаза	52-588	0	52-588	127	52-461	1-780	0	15-915	15-915	2-182	2-182	3-902
		Усього	1 фаза	1-498-176	44-824	1-452-345	28-789	1-424-563	247-371	0	177-531	177-531	1-830	1-830	14-567
			3 фаза	111-436	0	111-443	472	110-964	10-621	2-029	15-915	15-915	2-182	2-182	8-139

5а	АТ "ДТЕК-Донецькі-електро-мережі"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	23-354а	4-847а	18-507а	1-266а	17-241а	71а	8а	8а	3а	529а	204а	790а
			3-фазна	27-251а	268а	26-983а	1-457а	25-526а	1-579а	455а	28а	16а	2-056а	708а	1-130а
		Міське та сільське населення	1-фазна	840-694а	1-084а	839-610а	296-461а	543-149а	10-753а	10-753а	29-258а	27-906а	2-743а	2-738а	323-248а
			3-фазна	23-285а	1а	23-284а	1-800а	21-484а	183а	183а	2-465а	2-157а	1-986а	1-913а	3-151а
		Усього	1-фазна	864-048а	5-931а	858-117а	297-727а	560-390а	10-824а	10-761а	29-266а	27-909а	3-272а	2-942а	324-038а
			3-фазна	50-536а	269а	50-267а	3-257а	47-010а	1-762а	638а	2-493а	2-173а	4-042а	2-621а	4-281а
6а	АТ "Житомир-обленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	17-677,00а	0,00а	17-677а	2-054а	15-573а	0а	0а	0а	0а	0а	0а	744а
			3-фазна	25-590,00а	0,00а	25-590а	5-294а	20-346а	1-532а	1-532а	0а	0а	0а	0а	1-261а
		Міське та сільське населення	1-фазна	537-559,00а	0,00а	537-559а	26-074а	511-839а	35-361а	35-361а	7-725а	7-725а	479а	479а	50-000а
			3-фазна	47-445,00а	0,00а	47-445а	18-412а	28-679а	1-643а	1-643а	5-703а	5-703а	833а	833а	7-200а
		Усього	1-фазна	555-236,00а	0,00а	555-236а	28-128а	527-412а	35-361а	35-361а	7-725а	7-725а	479а	479а	50-744а
			3-фазна	73-035,00а	0,00а	73-035а	23-706а	49-025а	3-175а	3-175а	5-703а	5-703а	833а	833а	8-461а
7а	ПрАТ "Закарпат-обленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	14-301а	632а	13-669а	1-248а	12-421а	24а	24а	256а	256а	62а	62а	582а
			3-фазна	21-816а	63а	21-753а	1-446а	20-307а	601а	601а	59а	59а	657а	657а	1-176а
		Міське та сільське населення	1-фазна	329-036а	0а	329-036а	27-438а	301-598а	16-200а	8-574а	20-458а	20-458а	594а	594а	10-876а
			3-фазна	101-585а	0а	101-585а	34-559а	67-026а	6-021а	1-358а	9-518а	9-518а	1-078а	1-078а	8-086а
		Усього	1-фазна	343-337а	632а	342-705а	28-686а	314-019а	16-224а	8-598а	20-714а	20-714а	656а	656а	11-458а
			3-фазна	123-401а	63а	123-338а	36-005а	87-333а	6-622а	1-959а	9-577а	9-577а	1-735а	1-735а	9-262а
8а	ПАТ "Запоріжжя-обленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	17-241а	1-312а	17-241а	5-733а	11-508а	13а	19а	429а	135а	2-517а	14а	445а
			3-фазна	36-212а	36а	36-212а	11-144а	25-068а	392а	2-239а	76а	70а	18-811а	219а	3-507а
		Міське та сільське населення	1-фазна	717-977а	590а	717-977а	132-062а	585-915а	60-930а	60-897а	24-356а	24-676а	60-930а	1-026а	234-807а
			3-фазна	43-521а	0а	43-521а	5-074а	38-447а	63а	137а	4-438а	4-846а	6-248а	4-162а	10-295а
		Усього	1-фазна	735-218а	1-902а	735-218а	137-795а	597-423а	60-943а	60-916а	24-785а	24-811а	63-447а	1-040а	235-252а
			3-фазна	79-733а	36а	79-733а	16-218а	63-515а	455а	2-376а	4-514а	4-916а	25-059а	4-381а	13-802а
9а	ПрАТ "ДТЕК-Київські-електро-мережі"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	27-906а	14-210а	13-696а	2-036а	11-660а	1-310а	1-008а	12а	12а	14а	14а	2-540а
			3-фазна	90-112а	2-386а	87-726а	7-990а	79-736а	27-893а	22-096а	325а	325а	762а	762а	16-882а
		Міське та сільське населення	1-фазна	1-043-175а	2-210а	1-040-965а	172-619а	868-346а	119-268а	94-274а	28-395а	28-395а	27а	27а	174-392а
			3-фазна	107-918а	628а	107-290а	3-588а	103-702а	44-113а	34-869а	7-906а	7-906а	91а	91а	18-660а
		Усього	1-фазна	1-071-081а	16-420а	1-054-661а	174-655а	880-006а	120-578а	95-282а	28-407а	28-407а	41а	41а	176-932а
			3-фазна	198-030а	3-014а	195-016а	11-578а	183-438а	72-006а	56-965а	8-231а	8-231а	853а	853а	35-542а
10а	ПрАТ "Київ-обленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	19-836а	а	19-836а	603а	19-233а	1-385а	1-385а	3-650а	1-213а	3-650а	208а	а
			3-фазна	46-787а	а	46-787а	1-178а	45-609а	7-942а	7-942а	4-251а	2-661а	4-251а	1-119а	а
		Міське та сільське населення	1-фазна	808-008а	а	808-008а	198-831а	609-177а	85-284а	85-284а	104-598а	27-767а	104-598а	232а	215-851а
			3-фазна	147-624а	а	147-624а	15-710а	131-914а	18-510а	18-510а	37-237а	24-117а	37-237а	935а	23-528а
		Усього	1-фазна	827-844а	а	827-844а	199-434а	628-410а	86-669а	86-669а	108-248а	28-980а	108-248а	440а	215-851а
			3-фазна	194-411а	а	194-411а	16-888а	177-523а	26-452а	26-452а	41-488а	26-778а	41-488а	2-054а	23-528а

11	ПрАТ- "Кірово- градоблен- енерго"	Суб'єкти господарю- вання	1 фазна	13-433	0	13-433	5-040	8-393	0	0	507	507	298	298	650
			3 фазна	19-255	0	19-255	7-234	12-021	0	474	880	880	564	564	2-414
		Міське та сільське населення	1 фазна	415-782	0	415-782	15-600	400-182	0	28-092	14-543	14-543	2-754	2-754	13-291
			3 фазна	21-216	0	21-216	3-054	18-162	0	918	5-695	5-695	2-496	2-496	2-395
		Усього	1 фазна	429-215	0	429-215	20-640	408-575	0	28-092	15-050	15-050	3-052	3-052	13-941
			3 фазна	40-471	0	40-471	10-288	30-183	0	1-392	6-575	6-575	3-060	3-060	4-809
12	ТОВ- "ЛЕО"	Суб'єкти господарю- вання	1 фазна	8-283	428	7-855	2-421	5-434	0	0	0	0	0	0	1-008
			3 фазна	11-515	922	10-593	2-231	8-362	0	292	0	0	292	292	1-115
		Міське та сільське населення	1 фазна	325-427	1-566	323-861	102-122	221-739	0	2	4-234	4-234	286	286	143-423
			3 фазна	13-400	111	13-289	988	12-301	0	9	247	247	67	67	3-305
		Усього	1 фазна	333-710	1-994	331-716	104-543	227-173	0	2	4-234	4-234	286	286	144-431
			3 фазна	24-915	1-033	23-882	3-219	20-663	0	301	247	247	359	359	4-420
13	ПрАТ- "Дніпробл- енерго"	Суб'єкти господарю- вання	1 фазна	35-562	0	35-562	2-607	32-955	0	0	800	0	0	0	1-088
			3 фазна	53-941	0	53-941	5-146	48-795	4-796	4-796	328	0	2-144	0	1-890
		Міське та сільське населення	1 фазна	848-419	0	848-419	237-871	610-548	30-910	30-910	48-122	48-122	329	329	70-922
			3 фазна	112-116	0	112-116	33-828	78-288	3-350	3-350	11-988	11-988	371	371	15-628
		Усього	1 фазна	883-981	0	883-981	240-478	643-503	30-910	30-910	48-922	48-122	329	329	72-010
			3 фазна	166-057	0	166-057	38-974	127-083	8-146	8-146	12-316	11-988	2-515	371	17-518
14	АТ- "Миколаїв- обленерго"	Суб'єкти господарю- вання	1 фазна	13-007	0	13-007	96	12-911	529	24	393	393	22	22	80
			3 фазна	22-950	0	22-950	1	22-947	4-302	1-690	299	299	943	943	748
		Міське та сільське населення	1 фазна	427-991	0	427-991	786	427-687	21-502	20-572	12-616	12-616	299	299	200
			3 фазна	32-520	0	32-520	0	33-810	714	383	6-286	6-286	3-635	3-635	601
		Усього	1 фазна	440-998	0	440-998	882	440-598	22-031	20-596	13-009	13-009	321	321	280
			3 фазна	55-470	0	55-470	1	56-757	5-016	2-073	6-585	6-585	4-578	4-578	1-349
15	АТ- "Одесаobl- енерго"	Суб'єкти господарю- вання	1 фазна	24-198	0	24-198	2-283	21-915	0	3	2-990	437	0	294	827
			3 фазна	44-942	0	44-942	1-127	43-815	0	514	9-110	585	0	2-307	3-924
		Міське та сільське населення	1 фазна	933-338	0	933-338	123-392	809-946	0	83-503	92-173	51-070	0	2-037	63-824
			3 фазна	45-056	0	45-056	775	44-281	0	3-222	12-035	9-758	0	1-632	3-264
		Усього	1 фазна	957-536	0	957-536	125-675	831-861	0	83-506	95-163	51-507	0	2-331	64-651
			3 фазна	89-998	0	89-998	1-902	88-096	0	3-736	21-145	10-343	0	3-939	7-188

16	ПрАТ- "ДТЕК- ПЕМ- Енергоуклі для"	Суб'єкти господарю вання	1-фазна	112	0	112	2	0	0	0	0	0	0	17
			3-фазна	380	0	380	16	26	0	26	0	0	26	31
		Міське та сільське населення	1-фазна	6-788	130	6-658	1-432	5-226	4-874	4-874	1-702	1-702	0	6-658
			3-фазна	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2
		Усього	1-фазна	6-900	130	6-770	1-434	5-226	4-874	4-874	1-702	1-702	0	6-675
			3-фазна	382	0	382	16	28	0	26	0	0	26	33
17	АТ- "Полтава обленерго"	Суб'єкти господарю вання	1-фазна	21-240	0	21-240	3-751	17-489	483	483	0	0	0	573
			3-фазна	30-439	0	30-439	3-747	26-692	2-343	2-343	0	0	0	1-573
		Міське та сільське населення	1-фазна	661-888	0	661-888	94-478	567-410	56-007	56-007	40-662	40-662	122	63-698
			3-фазна	39-148	0	39-148	488	38-660	360	360	3-362	3-362	234	2-048
		Усього	1-фазна	683-128	0	683-128	98-229	584-899	56-490	56-490	40-662	40-662	122	64-271
			3-фазна	69-587	0	69-587	4-235	65-352	2-703	2-703	3-362	3-362	234	3-621
18	АТ- "Прикарпа та обленер го"	Суб'єкти господарю вання	1-фазна	18-379	14	18-379	3-599	14-780	2-371	6	1-394	1-394	177	62
			3-фазна	25-364	3	25-364	6-765	18-599	2-237	686	306	306	734	301
		Міське та сільське населення	1-фазна	468-413	73	468-413	10-542	457-871	71-259	4	15-640	15-640	71	10-778
			3-фазна	69-942	5	69-942	11-024	58-918	6-221	453	11-940	11-940	301	701
		Усього	1-фазна	486-792	87	486-792	14-141	472-651	73-630	10	17-034	17-034	248	10-840
			3-фазна	95-306	8	95-306	17-789	77-517	8-458	1-139	12-246	12-246	1-035	1-002
19	ПрАТ- "Рівнеобле нерго"	Суб'єкти господарю вання	1-фазна	14-545	6	14-539	743	13-796	1	1	0	0	0	2-907
			3-фазна	21-544	7	21-537	1-999	19-538	352	262	0	0	0	6-373
		Міське та сільське населення	1-фазна	351-494	7	351-487	64-232	287-255	17-463	17-463	4-808	4-808	735	94-585
			3-фазна	72-711	6	72-705	11-439	61-266	4-267	4-267	4-344	4-344	1-316	19-904
		Усього	1-фазна	366-039	13	366-026	64-975	301-051	17-464	17-464	4-808	4-808	735	97-492
			3-фазна	94-255	13	94-242	13-438	80-804	4-619	4-529	4-344	4-344	1-316	26-277
20	ТОВ- "ДТЕК- Високовоп ьні мережі"	Суб'єкти господарю вання	1-фазна	35	0	35	14	21	0	0	0	0	0	0
			3-фазна	1-098	0	1-098	67	1-031	224	387	0	0	0	0
		Міське та сільське населення	1-фазна	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			3-фазна	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Усього	1-фазна	35	0	35	14	21	0	0	0	0	0	0
			3-фазна	1-098	0	1-098	67	1-031	224	387	0	0	0	0
21	ПАТ- "Сумиобле нерго"	Суб'єкти господарю вання	1-фазна	14-241	90	14-151	938	13-213	2	0	0	0	0	340
			3-фазна	21-836	187	21-649	1-351	20-298	205	530	3	3	2	815
		Міське та сільське населення	1-фазна	488-672	0	488-672	41-022	447-650	39-016	0	6-763	6-763	1-586	840
			3-фазна	16-668	0	16-668	4-398	12-270	2-140	0	2-802	2-802	2-137	1
		Усього	1-фазна	502-913	90	502-823	41-960	460-863	39-018	0	6-763	6-763	1-586	1-180
			3-фазна	21-836	187	21-649	1-351	20-298	205	530	3	3	2	815

28	ПрАТ "ПЕЕМ-ЦЕК"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	944	0	944	0	944	0	0	97	97	0	0	0
			3-фазна	5-629	0	5-629	0	5-629	142	142	314	314	0	0	18
		Міське та сільське населення	1-фазна	103-381	0	103-381	7-883	95-498	1-739	802	10-711	10-711	5	5	3-586
			3-фазна	1-470	0	1-470	0	1-470	0	0	243	243	0	0	0
		Усього	1-фазна	104-325	0	104-325	7-883	96-442	1-739	802	10-808	10-808	5	5	3-586
			3-фазна	7-099	0	7-099	0	7-099	142	142	557	557	0	0	18
29	ПАТ "Черкасиобленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	16-949	941	16-008	806	15-202	0	0	129	0	150	0	991
			3-фазна	26-637	0	26-637	4-545	22-092	0	913	367	0	402	0	2-723
		Міське та сільське населення	1-фазна	577-635	0	577-635	108-605	469-030	15-201	32	22-332	16-329	19-937	3-256	19-456
			3-фазна	41-774	0	41-774	15-792	25-982	86	250	6-532	6-305	4-265	4-109	3-389
		Усього	1-фазна	594-584	941	593-643	109-411	484-232	15-201	32	22-461	16-329	20-087	3-256	20-447
			3-фазна	68-411	0	68-411	20-337	48-074	86	1-163	6-899	6-305	4-667	4-109	6-112
30	АТ "Чернівецьобленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	11-807	0	11-807	372	11-435	0	0	957	957	59	59	475
			3-фазна	15-318	0	15-318	249	15-069	0	12	512	512	1-254	1-254	743
		Міське та сільське населення	1-фазна	304-295	0	304-295	23-533	280-762	0	3-216	13-083	13-083	209	209	5-114
			3-фазна	30-413	0	30-413	2-523	27-890	0	477	4-333	4-333	1-636	1-636	430
		Усього	1-фазна	316-102	0	316-102	23-905	292-197	0	3-216	14-050	14-050	268	268	5-589
			3-фазна	45-731	0	45-731	2-772	42-959	0	846	4-545	4-845	2-890	2-890	1-173
31	АТ "Чернівецьобленерго"	Суб'єкти господарювання	1-фазна	14-778	0	14-778	1-658	13-120	0	0	26	0	34	0	103
			3-фазна	19-661	0	19-661	2-948	16-713	721	721	29	0	423	0	723
		Міське та сільське населення	1-фазна	512-972	0	512-972	121-077	391-895	26-863	26-863	19-950	8-561	427	355	52-645
			3-фазна	38-366	0	38-366	18-033	20-333	2-599	2-599	7-416	2-395	4-537	4-353	6-847
		Усього	1-фазна	527-750	0	527-750	122-735	405-015	26-863	26-863	19-976	8-561	461	355	52-748
			3-фазна	58-027	0	58-027	20-981	37-046	3-320	3-320	7-445	2-395	4-960	4-353	7-570
Усього		Суб'єкти господарювання	1-фазна	523-542	71-532	453-329	50-555	402-621	10-961	3-026	13-349	6-151	8-306	2-147	20-436
			3-фазна	802-601	4-016	779-265	99-718	692-251	75-580	60-128	18-680	6-984	37-309	13-599	64-457
		Міське та сільське населення	1-фазна	15-687-053	7-411	15-679-305	3-019-081	12-662-108	1-000-438	673-390	808-166	670-421	204-116	25-077	2-314-278
			3-фазна	1-367-299	751	1-366-553	288-474	1-078-896	103-536	81-163	192-234	171-359	88-770	51-601	186-935
		Усього	1-фазна	16-210-595	78-943	16-132-634	3-069-636	13-064-729	1-011-399	676-416	821-525	676-582	212-422	27-224	2-334-714
			3-фазна	2-169-900	4-767	2-145-818	388-192	1-771-147	179-116	141-648	210-614	178-343	126-079	65-200	251-392